Ueber

das Verhältniss der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden im Gebiet des Zeitsinns.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

hohen philosophischen Facultät

der

Königl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt

am 10. Februar 1902

von

Frank S. Wrinch

aus Toronto.

Mit 2 Figuren im Text.

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1902.

(Separatabdruck aus: Wundt, Philosophische Studien, XVIII. Bd., 2. Heft.)

Herrn

PROFESSOR DR. KÜLPE

in dankbarer Verehrung

zugeeignet.

Inhalt.

Einleitung 7
A. Versuchsanordnung 8
B. Ergebnisse 17
I. Vergleichung von drei Zeiten 24
II. Unterschiedsschwelle für Tonzeiten. 33
III. Ueber das Verhältniss zwischen den ebenmerklichen und den übermerklichen Unterschieden 41
IV. Ueber das Zustandekommen des Zeiturtheils und theoretische Schlussbemerkungen 54
Zusammenfassung 59

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549820_0224

Die früheren experimentellen Untersuchungen im Gebiet des Zeitsinns sind sämmtlich nach der Methode der Minimaländerungen oder nach derjenigen der mittleren Fehler und der richtigen und falschen Fälle ausgeführt worden und haben sich demnach, so weit sie nicht den Einfluss verschiedener Factoren auf die Zeitschätzung feststellen wollten, auf die Unterschiedsbestimmung gerichtet. Es darf daher zunächst ein methodologisches Interesse beanspruchen, wenn hier zum ersten Mal unternommen worden ist, die Methode der übermerklichen Unterschiede oder der mittleren Abstufungen im Gebiet des Zeitsinns anzuwenden und damit die Aufgabe einer Unterschiedsvergleichung systematisch durchzuführen. Sind auch die Schwierigkeiten, welche der Lösung dieser Aufgabe bei Zeiten entgegenstehen, nicht gering, so haben sie sich doch überwinden lassen und es ist dabei möglich gewesen, die Entstehung einer unmittelbaren Unterschiedsvergleichung etwas genauer zu verfolgen.

Zu diesem methodologischen Gesichtspunkt aber trat noch ein sachliches Interesse hinzu. Die Frage nach dem Verhältniss der ebenmerklichen Unterschiede zu den übermerklichen oder nach der wahren Größe der den Unterschiedsschwellen entsprechenden Empfindungsunterschiede ist durch die Arbeiten von Merkel[1]), Ament[2]), Külpe[3]), Heymans[4]) u. a. in den Vordergrund der wissenschaftlichen Behandlung psychophysischer Grundprobleme gerückt. Es schien daher von besonderer Wichtigkeit, diese Frage in einem Ge-

---

[1]) Vgl. Philos. Stud. Bd. IV, V und X.
[2]) Vgl. Philos. Stud. Bd. XVI. S. 135 ff.
[3]) Vgl. IV. Congrès de Psychologie. Paris 1901. S. 160 ff.
[4]) Vgl. Zeitschrift für Psychol. Bd. XXVI. S. 358 ff.

biet zu untersuchen, wo Intensitäten gar keine Rolle spielen und die Deutung der Resultate geringere Schwierigkeiten bieten musste. Der Begriff der Intensität hat ja für Empfindungen und Reize einen ganz verschiedenen Sinn, und es kann darum von vornherein zweifelhaft sein, wie das Verhältniss zwischen Empfindungs- und Reizintensitäten aufzufassen sei. Dagegen ist die Zeit für das objective und das subjective Gebiet von gleicher Bedeutung, und es fallen damit alle Bedenken hinweg, welche sich an den Begriff einer Empfindungsintensität heften.

Von diesen Gesichtspunkten aus unternahm ich auf Anregung von Herrn Professor Külpe die im Folgenden darzustellende Untersuchung, die ich während des Wintersemesters 1900/01 und während des Sommersemesters 1901 im psychologischen Institut der Universität Würzburg durchführte.

A. Die Versuchsanordnung.

Bei meiner Arbeit habe ich den nach den Principien des neuen Wundt'schen Zeitsinnapparats nach den Angaben von Meumann durch den Mechaniker E. Zimmermann in Leipzig ausgeführten Universal-Contactapparat benutzt[1]). Dieser besteht aus 2 Theilen (vgl. Fig. 1), I. dem verbesserten Ludwig-Baltzar'schen Kymographion und II. einem Zeitsinntisch, der in Zahnradverbindung mit dem Kymographion steht und dessen Zeiger sich mit derselben Geschwindigkeit wie die Trommel des Kymographions bewegt. Die Zeitdauer einer Umdrehung lässt sich durch 6 verschiedene Einstellungen der Räder innerhalb des Uhrwerks *A* und durch continuirliche Aenderung des Radius, unter welchem die kleine Scheibe *B* von der großen *C* durch Friction mitgenommen wird, innerhalb weiter Grenzen variiren. Durch Verstellung der Contacte *D*, die in der äußeren Rinne des Zeitsinntisches an dem in 360° getheilten innern Metallringe *E* festgestellt und verschoben werden können, lassen sich bei der Umdrehungsgeschwindigkeit von 2 Secunden reizbegrenzte oder

---

[1]) Vgl. Philos. Stud. Bd. IX. S. 270 ff. Wundt, Physiol. Psychol. II⁴. S. 244 ff. Eine Abbildung des Contactapparates mit zugehörigem Kymographion bei Zimmermann: Liste XV. 1897. Nr. 116.

reizerfüllte Zeiten von 50^{σ} aufwärts in veränderlicher Dauer herstellen.

Leider ist es mir nicht vollständig gelungen, die von Meumann angegebene Genauigkeit des Leipziger Kymographions, das noch von Baltzar angefertigt worden war, mit unserem, von Zimmermann bezogenen Apparat zu erreichen. Ich prüfte zunächst mit dem

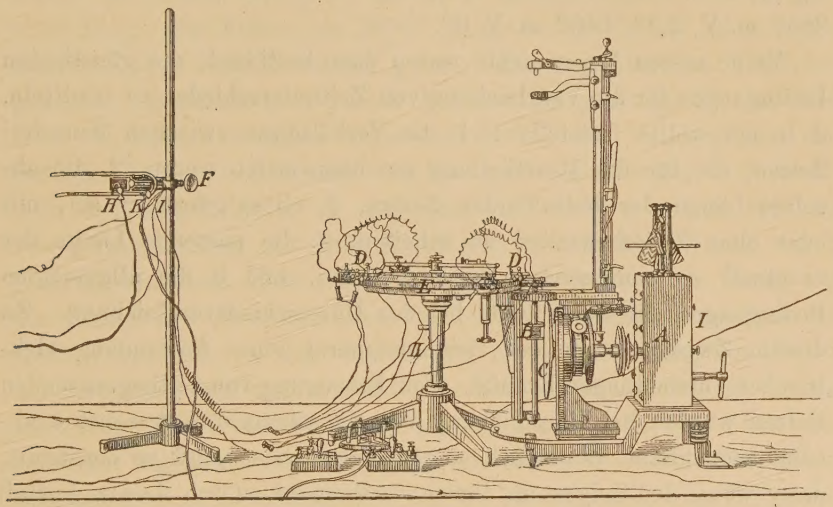

Fig. 1.

Jaquet'schen Chronographen und einer Stimmgabel von 104 Schwingungen in der Secunde die Constanz der Umdrehungsgeschwindigkeit unseres Apparats. Dabei ergab sich, dass bei einer Rotationsdauer von 4 Secunden eine gleichförmige Geschwindigkeit erst erzielt wurde, nachdem der Zeiger 260°, also ungefähr $^3/_4$ eines ganzen Umlaufs, beschrieben hatte. Bei einer geringeren Geschwindigkeit wurde die Gleichförmigkeit der Bewegung früher und bei einer größeren Geschwindigkeit später erreicht. Bei der ersten Prüfung der Umdrehungsdauer für die Geschwindigkeit von 2 Secunden ergab sich aus 10 Versuchen eine m. V. von 25^{σ}. Dieser Werth ist jedoch, nachdem der Apparat während der Ausführung der vorläufigen Versuche einige Zeit in Gebrauch gewesen war, viel geringer geworden. Bevor die Versuche zur Feststellung der Unterschiedsschwelle für Tonzeiten unternommen wurden, war eine Regelmäßigkeit erreicht,

die für unsere Zwecke völlig genügte. Es betrug nämlich die m. V. bei einer Zeitdauer von 2 Secunden in 10 Versuchen nur noch 9^{σ}.

Für die einzelnen am Apparat eingestellten Zeiten ist natürlich die m. V. relativ etwas größer als für die ganze Umdrehung, aber immer noch bedeutend kleiner, als der Schwellenwerth für Tonzeiten. Sie beträgt für die folgenden einzelnen Zeiten ungefähr $^{9}/_{10}\,\%$: z. B. für 170^{σ} m. V. $1{,}7^{\sigma}$, 200^{σ} m. V. $1{,}8^{\sigma}$, 250^{σ} m. V. $2{,}2^{\sigma}$, 285^{σ} m. V. $2{,}5^{\sigma}$, 546^{σ} m. V. 6^{σ}.

Meine ersten Experimente waren dazu bestimmt, die günstigsten Bedingungen für die Vergleichung von Zeitunterschieden zu ermitteln, d. h. ich wollte feststellen: 1. die Verhältnisse zwischen den drei Zeiten, die für die Beurtheilung am bequemsten waren, 2. die absolute Länge der betreffenden Zeiten, 3. ob es günstiger sei, mit oder ohne Zwischenzeiten zu arbeiten, 4. die passende Länge der eventuell zu benutzenden Zwischenzeiten, und 5. die allgemeinen Bedingungen der Zeiturtheile bei der Unterschiedsvergleichung. Zu diesem Zwecke wurde der Zeitsinnapparat ohne Anwendung elektrischer Vorrichtungen benutzt. Zur Erzeugung von zeitbegrenzenden Reizen wurden bei Einschiebung von Zwischenzeiten 6, sonst 4 absolut momentane Contacte[1]) angewandt. Diese sind so construirt, dass, wenn der Zeiger an ihnen vorübergeht, durch dessen Anstoß ein kurzer, präciser Schalleindruck entsteht. Dem Beobachter war die Aufgabe gestellt anzugeben, wie sich der Unterschied zwischen der ersten und der zweiten reizbegrenzten Zeit zu dem Unterschied zwischen der zweiten und dritten Zeit verhalte, und seine Urtheile größer, kleiner und gleich auf den zweiten Unterschied zu beziehen. Damit der Beobachter und der Experimentator sich über das Zustandekommen des Urtheils und andere in Betracht kommende Verhältnisse aussprechen konnten, blieben beide während dieser Vorversuche in demselben Zimmer.

Die folgenden Ergebnisse lassen sich aus diesen Versuchen ableiten. Für ungeübte Beobachter ist es überhaupt nicht leicht, nach dieser Methode verschiedene Zeiten sicher zu beurtheilen; allmählich aber wird diese Schwierigkeit zum Theil überwunden. Die Versuchspersonen haben ferner durchweg gefunden, dass das Verhältniss 2 : 3

---

[1]) Vgl. Zimmermann a. a. O. Nr. 117.

zwischen der ersten Zeit t_1 und der dritten Zeit t_3 schon schwer zu beurtheilen ist, wegen der Kleinheit des Unterschieds zwischen t_1 und t_3. Die Verhältnisse 1 : 2 und 3 : 5 erscheinen als die für die Vergleichung günstigsten, und das Verhältniss 1 : 3 ist von einigen Beobachtern wegen der Größe des Unterschieds schon als etwas schwer zu beurtheilen bezeichnet worden. Sodann war die absolute Dauer der Zeiten von 250$^\sigma$ bis 2000$^\sigma$ am günstigsten für die Beurtheilung. Für Zeiten von 2000$^\sigma$ Dauer ist das Urtheil schon etwas erschwert und deshalb minder genau. Die verschiedenen Versuchspersonen verhielten sich jedoch hierin nicht ganz gleich, so fand z. B. W. relativ weniger Schwierigkeit bei der Vergleichung der größeren Zeiten als K.; annähernd aber gelten die erwähnten Grenzen. Alle Beobachter fanden es außerdem viel leichter, mit Anwendung von Zwischenzeiten als ohne dieselbe zu urtheilen, weil man durch jene die einzelnen Zeiten genauer abgrenzen konnte. In Bezug auf die Dauer der Zwischenzeiten endlich sei bemerkt, dass, um die Aufmerksamkeit von den drei Zeiten nicht abzulenken, die Dauer der Zwischenzeiten variirt wurde, bis sich solche fanden, die keinen störenden Einfluss ausübten. Meumann hat als günstigste Zwischenzeit eine Zeitdauer ungefähr gleich der Dauer der zu beurtheilenden Zeit angegeben, z. B. für Zeiten von 0,2 bis 1 Secunde eine Zwischenzeit von 1,2 bis 2 Secunden, für Zeiten von 1 bis 6 Secunden Pausen von 2 bis 3 Secunden und für größere Zeiten solche von 3 bis 5 Secunden[1]). Für die Zeiten innerhalb der Grenzen, die in diesen Versuchen in Betracht kommen, darf man diese Scala nicht zu streng anwenden, da bei Zeiten von 400 bis 800$^\sigma$ Pausen von 550 bis 775$^\sigma$ sehr günstig erschienen, d. h. mit Pausen von dieser Länge die Aufmerksamkeit von den drei Zeiten nicht abgelenkt wurde. Kleinere Pausen aber und unter sich gleiche Pausen wirken etwas störend. Für längere Zeiten, d. h. von 500$^\sigma$ bis 2000$^\sigma$ wurde derselbe Zweck mit Pausen von 750$^\sigma$ und 1000$^\sigma$ erreicht.

Diese Schlüsse aus den Beobachtungen der Versuchspersonen wurden zum Theil durch die objectiven Resultate bestätigt. So hat z. B. der Mittelwerth bei unmittelbar aufeinanderfolgenden Zeiten eine viel größere mittlere Variation, als bei Zeiten, die durch be-

---

[1]) Philos. Stud. Bd. XII. S. 161.

stimmte Zwischenzeiten getrennt sind. Und wo eine solche Bestätigung der unmittelbaren Beobachtungen nicht deutlich hervortrat, widersprechen ihnen wenigstens die objectiven Ergebnisse keineswegs.

Nachdem die allgemeinen Bedingungen für die Anwendung der Methode der mittleren Abstufungen durch diese Versuche bestimmt waren, fing ich an, mit Zeiten, die von anderen akustischen Reizen begrenzt waren, zu experimentiren, und zwar mit folgender Versuchsanordnung. Der oben erwähnte Apparat wurde mit sechs dreieckigen Schleifcontacten [1]) eingerichtet, und diese so eingestellt, dass, wenn der Zeiger des Zeitsinntisches an einem Contact vorüberging, die Platinfeder am Ende des Zeigers in der Nähe von der Spitze des Dreiecks über den dreieckigen Platinbelag des Contacts schleifte. Dadurch entstand ein kurzer Stromschluss. In demselben elektrischen Stromkreis, der von Trockenelementen bedient wurde, waren, um den Reiz zu erzeugen, ein Schallhammer [2]) und, um die Wirkung des remanenten Magnetismus zu vermeiden, ein Commutator eingeschaltet. Mit jedem Stromschluss wurde ein kurzer scharfer Hammerschlag erzeugt; durch diese Hammerschläge wurden die drei Zeiten begrenzt. Damit die Versuchsperson möglichst wenig gestört sei, wurde der Hammer in einem ruhigen Zimmer, von dem Experimentator durch zwei Thüren getrennt, aufgestellt, und sie theilte ihre Aussagen mittels einer elektrischen Glocke durch verabredete Signale dem Experimentator mit.

Da das Kymographion eine gleichförmige Geschwindigkeit erst nach einiger Zeit annimmt, habe ich den Apparat wenigstens eine Umdrehung laufen lassen, bevor der Reiz mittels eines Du Bois'schen Schlüssels ausgelöst wurde. Und da die Geschwindigkeit des Kymographions gegen das Ende vom Ablauf des Uhrwerks abnimmt, habe ich die Federspannung des Uhrwerks annähernd constant erhalten.

Dem Beobachter wurde dieselbe Aufgabe wie vorher in den Vorversuchen gestellt, nämlich zu beurtheilen, ob der Unterschied $t_3—t_2$ gleich, größer oder kleiner als der Unterschied $t_2—t_1$ sei.

Die Resultate dieser Versuche mit schlagbegrenzten Zeiten werden später besprochen werden, zusammen mit ähnlichen Reihen von Versuchen, bei welchen Tonzeiten angewandt wurden. Da die letzteren

[1]) Zimmermann a. a. O. No. 118.

[2]) Vgl. Wundt, Physiol. Psych. II[4]. S. 423.

unter den Bedingungen des Verfahrens der Methode der mittleren Abstufungen viel leichter und sicherer verglichen werden konnten, sind die Experimente mit ihnen viel umfangreicher. In der Tonzeituntersuchung wurde außer dem früher erwähnten Zeitsinnapparat, um den Ton zu erzeugen, eine Stimmgabel von 104 Schwingungen pro Secunde durch einen Elektromagneten in Schwingungen versetzt, die für bestimmte Zeiten auf ein dem Beobachter zugängliches Bell'sches Telephon übertragen wurden. Der Elektromagnet wurde dabei durch den Strom einer starken Accumulatorenbatterie erregt, der durch einen sehr handlichen Flüssigkeitswiderstand entsprechend abgeschwächt wurde. Zugleich war ein Nebenschluss [1]) hergestellt, der den Funken beseitigte (vgl. Fig. 1 *H*). Dadurch geht der Hauptstrom durch den Elektromagneten hindurch, nur ein verhältnissmäßig kleiner Strom aber über den Unterbrechungscontact der Stimmgabel. In einem zweiten Nebenkreis, der bei *K* ausgeht und wieder bei *I* geschlossen wird, wurden der Zeitsinnapparat und das in dem entfernten Zimmer aufgestellte Telephon eingeschaltet.

Um Tonzeiten von verschiedener Dauer herzustellen, brauchte ich die von Meumann entworfenen Sterncontacte [2]); mittels derselben wurde dauernder Stromschluss für die Zeit zwischen dem ersten und zweiten bezw. zwischen dem dritten und vierten, fünften und sechsten Contact erzeugt. Und da der Strom durch Stimmgabelschwingungen unterbrochen wurde, so entstanden drei Tonzeiten, die durch das Telephon der Versuchsperson zur Beurtheilung zugeführt wurden.

Die Telephonmembran wurde, um einen zur Beurtheilung geeigneten Ton zu erhalten, durch einen Gummiring abgedämpft, und das Telephon wurde auf einem Stativ, das auf dem Tische vor den Versuchspersonen stand, befestigt. Da unsere Versuche sich nicht auf die Wirkung von Tonintensitäten wie jene von Meumann bezogen [3]), so habe ich den Versuchspersonen empfohlen, das Telephon in die ihnen am besten zusagende Entfernung zu stellen.

Die Dauer der von dem Telephon reproducirten Zeit wurde zu-

---

[1]) Vgl. Helmholtz, Lehre von den Tonempfindungen [4]. S. 633. Anfänglich benutzte ich einen festen, durch eine mit der Stimmgabel vibrirende Platinfeder hergestellten Contact für die Stromunterbrechung, später einen gleichmäßigere Töne vermittelnden Quecksilbercontact, wie er von Helmholtz angegeben worden ist.

[2]) Philos. Stud. Bd. XII. S. 147.

[3]) a. a. O. S. 127 ff.

nächst mittels einer Hebelvorrichtung nach dem Vorschlag von Professor Külpe geprüft. Diese besteht aus einem 24 cm langen, in einem Messingring befestigten Hebelarm, der dicht das Ohrstück des Telephons umschließt, wobei ein kleiner Fortsatz des um eine Achse leicht beweglichen Hebelarms auf der Membran des Telephons ruht. Der Hebelarm beginnt daher gleichzeitig mit der Schwingung der Membran zu schwingen. Der andere, unter einem stumpfen Winkel angesetzte kurze Hebelarm trägt ein kleines verstellbares Gewicht, um den langen Hebelarm im Gleichgewicht zu halten. Die Telephonschwingungen wurden in dieser Weise mittels des schwingenden Hebels auf der berußten Trommel des Kymographions in starker Vergrößerung aufgeschrieben. Aus mehreren Prüfungen ergaben sich die folgenden Resultate. Bei ungedämpfter Membran zeigen die Telephoncurven bei einer Geschwindigkeit von 2 Secunden pro Umdrehung der Kymographiontrommel in der ersten Tonzeit ein Plus von 11^{σ} gegenüber den Stimmgabelcurven zwischen Schluss und Unterbrechung des Stroms; die zweite Tonzeit zeigt einen Unterschied von 4^{σ} und die dritte einen solchen von 3^{σ}. Bei einer Geschwindigkeit von vier Secunden Dauer pro Umdrehung und bei sonst gleichen Verhältnissen zeigt die erste Zeit 11^{σ}, die zweite 8^{σ} und die dritte 7^{σ} Zuwachs. Bei gedämpfter Membran wurden die Differenzen etwas größer, z. B. die erste Zeit 12^{σ}, die zweite 7^{σ} und die dritte 15^{σ}. Die m. V. der Telephoncurven sind relativ klein, für die eben erwähnte gedämpfte Membran betrug die m. V. für die erste Zeit 6^{σ}, für die zweite 9^{σ}, für die dritte 6^{σ}.

Diese Ergebnisse dürften davon abhängig sein, dass der Telephonton durch einen so langsamen Stromunterbrecher, nämlich 104 Schwingungen pro Secunde, erzeugt wurde. Wenn der Stromschluss nämlich fast am Ende, vielleicht 3^{σ} vom Ende einer Schwingung des Stromunterbrechers geschah, erzeugte er eine Curve, die man von derjenigen einer vollkommenen hundertel Secunde nicht unterscheiden kann, und wenn dies zufällig am Ende beim Stromschluss, und am Anfang bei der Stromunterbrechung geschah, dann dürfte ein Unterschied von $+ 15^{\sigma}$ noch nicht auf eine Ungenauigkeit in der Uebereinstimmung zwischen Stromschlussdauer und Telephontonzeit hinweisen.

Eine viel genauere Prüfung der Telephonmembranschwingungen wurde durch eine photographische Vorrichtung in der folgenden

Weise ausgeführt. Ein Lichtstrahl von einem auf der Telephonmembran befestigten Hohlspiegel wurde reflectirt auf einen um eine rotirende Trommel befestigten photographischen Film. Mittels dieses Apparates wurden die Telephonmembranschwingungen, sehr breit ausgedehnt, photographirt. Ein zweiter Lichtstrahl markirt den Stromschluss und die Unterbrechung, damit man genau sehen kann, wo die Telephonmembran zu schwingen einsetzen und aufhören sollte. Diese Prüfungen wurden ausgeführt mit drei verschiedenen Stromstärken, mit zwei Unterbrechungszeiten, nämlich 100 pro Secunde und 60 pro Secunde, sowie mit freischwingender und gedämpfter Membran. Die Ergebnisse waren annähernd einstimmig: mit gedämpfter Membran wurde nämlich eine Curve etwa der folgenden

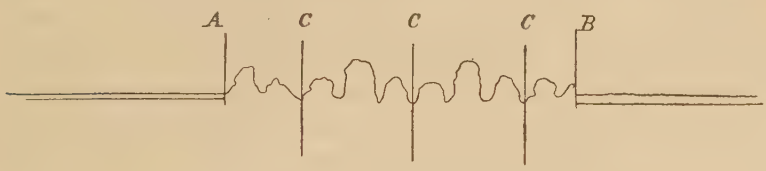

Fig. 2.

ähnlich erhalten. *A* zeigt den Stomschluss, *B* die Stromunterbrechung und *C*, *C*, *C* die Grenzen von zwei vollständigen Membranschwingungen. Es ist zu bemerken, dass die Membran gleich mit dem Stromschluss zu schwingen anfängt, und zwar mit vollkommener Amplitude, mit der Stromunterbrechung aber hören die Schwingungen nicht sofort auf, werden jedoch sehr schnell auf ein Minimum reducirt. Diese Minimalschwingung dauert noch ungefähr die Zeit von einer Unterbrechungsschwingung, mit einer so kleinen Amplitude aber, dass man sie, ohne das Telephon dicht ans Ohr zu drücken, nicht mehr hören kann. Ein Unterschied zwischen den Resultaten einer Unterbrechungszeit von 100 pro Secunde und denen von einer Unterbrechungszeit von 60 pro Secunde ist nicht bemerkbar. Bei freischwingender Membran fingen auch die Schwingungen gleich und mit vollständiger Amplitude an, mit Stromunterbrechung hörten sie ebenso plötzlich auf. Mit schwächerem Strom war die Amplitude nicht so groß, und mit Stromunterbrechung hörten die Schwingungen fast unmittelbar auf. Infolge dessen glaube ich annehmen zu dürfen,

dass die Zeit des Stromschlusses, wie sie durch den Zeitsinnapparat hergestellt wird, mit der Dauer des Telephontons fast vollkommen übereinstimmt[1]).

Die Tonzeitexperimente wurden am 1. December 1900 angefangen und fast täglich fortgesetzt bis gegen Ende Juli 1901. Als Versuchspersonen dienten außer mir (W) die Herren Prof. Dr. Külpe (K), Privatdocent Dr. Marbe (M) und Fräulein Dr. B. Edgell (E). Für die ausdauernde Unterstützung, die sie mir zu Theil werden ließen, bin ich ihnen zu großem Dank verpflichtet, ebenso Herrn cand. phil. R. M. Ogden für die Bedienung des Apparates in den Reihen, in denen ich selbst als Versuchsperson fungirte. Die Methode der mittleren Abstufungen ist in den folgenden Experimenten in der von Külpe beschriebenen Form angewandt[2]). Außer dem mittleren Werth t_2, der nach dieser Methode erhalten und in den Tabellen Grenzmittel genannt wird, habe ich auch andere Werthe von t_2 berechnet, nämlich erstens das Mittel aus den positiven Gleichheitsurtheilen, d. h. aus denjenigen, bei welchen der Beobachter die Differenz t_3—t_2 als positiv gleich der Differenz t_2—t_1 beurtheilte, oder, wenn das Urtheil auf die Zunahme oder Abnahme der Zeiten sich bezog, aus denjenigen, welche der Beobachter als gleiche Verlängerung bezw. gleiche Verkürzung beurtheilte: diese sind in den Tabellen als positives Mittel bezeichnet; und zweitens aus diesen Urtheilen und denen, bei welchen zwar nicht positiv gleich, aber auch nicht größer oder kleiner geurtheilt, wo also eine negative Gleichheit oder ein bloßes Nichtvorhandensein eines Unterschieds constatirt wurde: dieser Werth heißt in den Tabellen Gleichheitsmittel.

Damit man sehen kann, wie die constanten Fehler eliminirt sind, stelle ich das folgende Schema der Versuchsreihen auf.

Aus diesem Schema sieht man, dass die Reihen mit $t_1 > t_3$ sowie auch mit $t_1 < t_3$, und jede von ihnen mit auf- und absteigendem Verfahren ausgeführt wurden. Jeder Gang wurde wenigstens einmal

---

[1]) Die photographischen Prüfungen des Telephons wurden von Herrn cand. phil. Kempf, der einen gerade dazu geeigneten Apparat zur Verfügung hatte, im physikalischen Institut der hiesigen Universität in liebenswürdigster Weise ausgeführt. Vgl. darüber seinen ausführlichen Bericht in Annalen der Physik u. Chemie. 1902, 7. Heft.

[2]) Külpe, Grundriss der Psychologie. S. 63 ff.

wiederholt, und wenn die Resultate größere Schwankungen zeigten, wurden sie mehrere Mal wiederholt, bis eine annähernde Regelmäßigkeit erreicht war.

Schema der Versuchsreihen.

Gang	$t_1 \lessgtr t_3$	Auf- oder absteigendes Verfahren
I 1	$t_1 < t_3$	↓
I 2	$t_1 > t_3$	↑
II 1	$t_1 < t_3$	↑
II 2	$t_1 > t_3$	↓
III 1	$t_1 < t_3$	↓
III 2	$t_1 > t_3$	↑

B. Ergebnisse.

In den nachstehenden Tabellen I—IX haben die verschiedenen Rubriken folgende Bedeutung: »Gesammtzeit« = die gesammte Dauer der drei Zeiten + Zwischenzeiten, t_1 und t_3 die erste und dritte constant gehaltene N. Z., A. M. das arithmetische Mittel, G. M. das geometrische Mittel, positives, Gleichheits- und Grenz-M., wie oben erwähnt, und »Gesammt M.« = die Mittel aus diesen drei Werthen. M. V. = die mittlere Variation der verschiedenen Werthe des Grenzmittels, *Fa* und *Fg* die relativen Abweichungen von dem arithmetischen und geometrischen Mittel. Aufst. Verf. und Abst. Verf. = die Mittel für auf- und absteigendes Verfahren, »t_1—t_3 und t_3—t_1«, die Mittel für die Reihen, die in der Reihenfolge von kleiner bis größer bezw. größer bis kleiner ausgeführt sind[1]), und die zwei letzten Reihen bezeichnen die Mittel aus den ursprünglichen und den späteren Reihen.

---

[1]) Die Zeichen t_1 und t_3 sind, wie ich leider zu spät bemerke, nicht immer im gleichen Sinne benutzt. Im obigen Schema bezeichnen die Indices die Stellung in der Zeitfolge, in den Tabellen dagegen zumeist die Intensitäten.

Tabelle Ia.

Unterschiedsvergleichung bei regelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes, mit Tonzeiten für K.

Gesammtzeit	t_1	t_3	A.M.	G.M.	$t_1 : t_3$	t_2 Positives M.	t_2 Gleichheitsm.	t_2 Grenzm.	t_2 Gesammtmittel	m.V.	*Fa*	*Fg*
2448	250	500	375	354	1 : 2	362	376	372	370	12	— 0,013	+ 0,045
2679	300	600	450	424	1 : 2	452	440	439	443	9	— 0,015	+ 0,044
3127	400	800	600	564	1 : 2	587	582	587	585	20	— 0,025	+ 0,037
3596	500	744	622	610	2 : 3	625	627	626	626	20	+ 0,006	+ 0,026
3977	600	900	750	735	2 : 3	765	763	757	762	27	+ 0,016	+ 0,036
4719	800	1200	1000	980	2 : 3	1002	992	996	997	34	— 0,003	+ 0,017
4683	744	1244	994	962	3 : 5	1008	994	997	1000	30	+ 0,006	+ 0,029
5327	900	1500	1200	1162	3 : 5	1239	1220	1228	1229	26	+ 0,024	+ 0,057
6517	1200	2000	1600	1549	3 : 5	1600	1624	1628	1617	31	+ 0,011	+ 0,044

Tabelle Ib.

Einfluss der Abstufungsrichtung und der Reihenfolge und die Vergleichung der ursprünglichen mit den späteren Reihen.

Aufst. Verfahren	Abst. Verfahren	$t_1 - t_3$	$t_3 - t_1$	Ursprüngliche Reihen	Spätere Reihen
360	388	360	388	367	376
439	448	439	448	434	453
590	581	590	581	569	604
633	622	622	633	608	645
792	731	731	792	745	788
1033	932	932	1033	992	1000
977	1022	977	1022	1006	994
1209	1245	1209	1245	1219	1240
1594	1647	1594	1647	1610	1627

Tabelle IIa.

Unterschiedsvergleichung bei regelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes, mit Tonzeiten für W.

Gesammtzeit	t_1	t_3	A.M.	G.M.	$t_1 : t_3$	t_2 Positives M.	t_2 Gleichheitsm.	t_2 Grenzm.	t_2 Gesammtmittel	m.V.	*Fa*	*Fg*
2448	250	500	375	354	1 : 2	381	375	375	377	5	+ 0,005	+ 0,065
2679	300	600	450	424	1 : 2	450	455	456	454	10	+ 0,008	+ 0,07
3127	400	800	600	564	1 : 2	617	608	611	612	12	+ 0,02	+ 0,085
3596	500	744	622	610	2 : 3	625	624	624	624	20	+ 0,003	+ 0,023
3977	600	900	750	735	2 : 3	743	735	744	742	7	— 0,011	+ 0,009
4719	800	1200	1000	980	2 : 3	989	963	977	976	31	— 0,024	+ 0,004
4683	744	1244	994	962	3 : 5	977	990	975	981	9	— 0,013	+ 0,019
5327	900	1500	1200	1162	3 : 5	1145	1189	1191	1175	15	— 0,021	+ 0,011
6517	1200	2000	1600	1549	3 : 5	1571	1569	1566	1569	39	— 0,019	+ 0,013

Tabelle IIb.

Einfluss der Abstufungsrichtung und der Reihenfolge, und Vergleichung der ursprünglichen mit den späteren Reihen.

Aufst. Verfahren	Abst. Verfahren	$t_1 - t_3$	$t_3 - t_1$	Ursprüngliche Reihen	Spätere Reihen
381	372	381	372	374	380
463	447	463	447	452	456
602	621	602	621	606	618
614	633	633	614	612	640
735	747	747	735	742	742
952	998	998	952	966	980
986	975	986	975	965	994
1182	1175	1182	1175	1162	1196
1606	1531	1606	1531	1566	1572

Tabelle IIIa.

Unterschiedsvergleichung bei regelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes mit Tonzeiten für M.

Gesammtzeit	t_1	t_3	A.M.	G.M.	$t_1 : t_3$	t_2 Gleichheitsm.	t_2 Grenzm.	t_2 Gesammtmittel	m.V.	*Fa*	*Fg*
2448	250	500	375	354	1 : 2	366	362	364	10	— 0,029	+ 0,028
2679	300	600	450	424	1 : 2	449	449	449	5	— 0,002	+ 0,058
3127	400	800	600	564	1 : 2	603	604	603	13	— 0,005	+ 0,069
3596	500	744	622	610	2 : 3	611	612	611	6	— 0,017	+ 0,002
3977	600	900	750	735	2 : 3	732	734	733	19	— 0,002	— 0,001
4719	800	1200	1000	980	2 : 3	999	995	997	27	— 0,003	+ 0,017
4683	744	1244	994	962	3 : 5	977	972	974	11	— 0,02	+ 0,012
5327	900	1500	1200	1162	3 : 5	1183	1183	1183	28	— 0,014	+ 0,018
6517	1200	2000	1600	1549	3 : 5	1568	1575	1571	25	— 0,018	+ 0,014

Tabelle IIIb.

Einfluss der Abstufungsrichtung und der Reihenfolge und Vergleichung der ursprünglichen mit den späteren Reihen.

Aufst. Verfahren	Abst. Verfahren	$t_1 - t_3$	$t_3 - t_1$	Ursprüngliche Reihen	Spätere Reihen
376	352	376	352	354	374
454	444	454	444	452	446
609	598	609	598	597	610
606	615	615	606	611	612
716	751	751	716	738	728
971	1023	1023	971	1011	1007
983	966	983	966	965	984
1211	1155	1211	1155	1185	1180
1603	1540	1603	1540	1568	1575

Tabelle IVa.

Unterschiedsvergleichung bei regelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes, mit Tonzeiten für E.

Gesammtzeit	t_1	t_3	A.M.	G.M.	$t_1 : t_3$	t_2 Gleichheitsm.	t_2 Grenzm.	t_2 Gesammtmittel	m.V.	*Fa*	*Fg*
2448	250	500	375	354	1 : 2	351	353	352	20	— 0,061	— 0,005
2679	300	600	450	424	1 : 2	449	450	449	8	— 0,002	+ 0,059
3127	400	800	600	564	1 : 2	597	588	593	15	— 0,012	+ 0,051
3596	500	744	622	610	2 : 3	613	607	610	15	— 0,019	
3977	600	900	750	735	2 : 3	725	722	723	16	— 0,036	— 0,016
4719	800	1200	1000	980	2 : 3	980	981	980	11	— 0,02	
4683	744	1244	994	962	3 : 5	989	996	992	24	— 0,002	+ 0,031
5327	900	1500	1200	1162	3 : 5	1192	1195	1193	25	— 0,006	+ 0,026
6517	1200	2000	1600	1549	3 : 5	1603	1580	1591	31	— 0,005	+ 0,027

Tabelle IVb.

Einfluss der Abstufungsrichtung und der Reihenfolge und Vergleichung der ursprünglichen mit den späteren Reihen.

Aufst. Verfahren	Abst. Verfahren	$t_1 - t_3$	$t_3 - t_1$	Ursprüngliche Reihen	Spätere Reihen
346	358	346	358	331	373
451	449	451	449	449	450
606	579	606	579	586	599
621	599	599	621	602	613
728	708	708	728	727	720
972	989	989	972	976	985
1008	977	1008	977	998	988
1218	1169	1218	1169	1180	1207
1610	1563	1610	1563	1564	1609

Tabelle V.

Unterschiedsvergleichung bei unregelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes mit Tonzeiten für K.

Gesammtzeit	t_1	t_3	A. M.	G. M.	$t_1 : t_3$	t_2 Positives M.	t_2 Gleichheitsm.	t_2 Grenzm.	t_2 Gesammtmittel	m. V.	*Fa*	*Fg*	$t_1 - t_3$	$t_3 - t_1$
4719	800	1200	1000	980	2 : 3	1018	1029	1045	1031	44	+ 0,031	+ 0,052	997	1064
4723	744	1244	994	962	3 : 5	1001	1031	1011	1015	± 0	+ 0,021	+ 0,055	1012	1013
3127	400	800	600	564	1 : 2	593	602	608	601	25	+ 0,002	+ 0,065	578	624
4760	500	1500	1000	866	1 : 3	991	1028	1028	1016	39	+ 0,016	+ 0,150	978	1053

Tabelle VI.

Unterschiedsvergleichung bei unregelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes mit Tonzeiten für W.

Gesammtzeit	t_1	t_3	A. M.	G. M.	$t_1 : t_3$	t_2 Positives M.	t_2 Gleichheitsm.	t_2 Grenzm.	t_2 Gesammtmittel	m. V.	*Fa*	*Fg*	$t_1 - t_3$	$t_3 - t_1$
4719	800	1200	1000	980	2 : 3	983	995	989	989	22	− 0,011	+ 0,009	1008	969
4723	744	1244	994	962	3 : 5	989	978	995	987	16	− 0,007	+ 0,016	1014	960
3127	400	800	600	564	1 : 2	594	582	588	588	5	− 0,02	+ 0,042	594	582
4760	500	1500	1000	866	1 : 3	968	971	961	967	28	− 0,033	+ 0,116	998	935

Tabelle VIIa.

Unterschiedsvergleichung bei regelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes mit schlagbegrenzten Zeiten für K.

Gesammtzeit	t_1	t_3	A.M.	G.M.	$t_1 : t_3$	t_2 Gleichheitsm.	t_2 Grenzm.	t_2 Gesammtmittel	m.V.	*Fa*	*Fg*
3569	600	900	750	735	2 : 3	736	735	736	12	— 0,018	+ 0,001
2904	400	667	533	517	3 : 5	506	501	503	23	— 0,056	— 0,027
4301	744	1256	1000	967	3 : 5	984	969	976	31	— 0,024	+ 0,009
5323	900	1500	1200	1162	3 : 5	1183	1176	1179	13	— 0,017	+ 0,015
6526	1200	2000	1600	1549	3 : 5	1582	1583	1582	11	— 0,011	+ 0,021
1105	250	500	375	353	1 : 2	—	355	355	—	— 0,053	+ 0,005
1316	300	600	450	424	1 : 2	—	416	416	—	— 0,075	— 0,018
1783	400	800	600	564	1 : 2	—	583	583	—	— 0,028	+ 0,033

Tabelle VIIb.

Einfluss der Abstufungsrichtung und der Reihenfolge für die 5 ersten Werthe in VIIa.

Aufsteigendes Verfahren	Absteigendes Verfahren	$t_1 - t_3$	$t_3 - t_1$
736	733	736	733
494	528	494	528
1001	964	964	981
1179	—	1179	1171
1582	—	1572	1592

Tabelle VIII.

Unterschiedsvergleichung bei regelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes mit schlagbegrenzten Zeiten für W.

Gesammtzeit	t_1	t_3	A.M.	G.M.	$t_1 : t_3$	t_2 Gleichheitsm.	t_2 Grenzm.	t_2 Gesammtmittel	m.V.	*Fa*	*Fg*
2635	333	833	583	524	2 : 5	564	566	565	5	— 0,031	+ 0,078
2448	333	556	444	430	3 : 5	455	457	456	7	+ 0,027	+ 0,06
2007	500	833	666	645	3 : 5	656	682	669	34	+ 0,004	+ 0,037
2978	400	667	533	516	3 : 5	—	583	583	—	+ 0,093	+ 0,129

Tabelle IX.

Unterschiedsvergleichung bei regelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes mit schlagbegrenzten Zeiten für M.

Gesammtzeit	t_1	t_3	A.M.	G.M.	$t_1 : t_3$	t_2 Gleichheitsm.	t_2 Grenzm.	t_1 Gesammtmittel	m.V.	*Fa*	*Fg*
2635	333	833	583	524	2 : 5	594	600	597	± 0	+ 0,024	+ 0,139
2448	333	556	444	430	3 : 5	437	439	438	4	— 0,013	+ 0,018
2007	500	833	666	645	3 : 5	678	682	680	13	+ 0,021	+ 0,051
2978	400	667	533	516	3 : 5	567	572	569	—	+ 0,067	+ 0,102

I. Vergleichung von drei Zeiten.

Die Tabellen mit schlagbegrenzten Zeiten haben zum Theil, wie oben erwähnt, den Charakter von Vorversuchen, daher beziehen sich die folgenden Schlüsse hauptsächlich auf die Tabellen der mit Tonzeiten ausgeführten Versuche. Wenn sie mit den Resultaten der schlagbegrenzten Versuche nicht völlig übereinstimmen, so bedeutet das noch nicht einen directen Widerspruch, weil in diesen Versuchen die Bedingungen nicht dieselben sind. Auch sind diese Reihen überhaupt nicht vollständig.

Die Tabellen zeigen zunächst einen nicht sehr ausgeprägten, aber immerhin einen merklichen Einfluss des auf- und absteigenden Ver-

fahrens. Von der Richtung der Reihenfolge aber, die meistens parallel mit der der Abstufung läuft, ist ein so ausgeprägter Einfluss vorhanden, dass man jenen kaum bemerken kann; um diese Einflüsse klarer darzustellen, schalte ich die folgende Tabelle X ein.

Die Versuche sind in drei Gruppen getheilt, darunter besteht jede aus drei Gliedern und jedes Glied aus vier oder mehr Gängen. In der Tabelle X sind die Gruppen nach den Klammern I. II. III. dargestellt, diese Gruppen entsprechen den Gruppen I. II. III. in dem Schema der Versuchsreihen. Die sechs Rubriken stellen die relative Schätzung des aufsteigenden Verfahrens gegenüber derjenigen des absteigenden, der Reihenfolge von kleiner bis größer gegenüber derjenigen der Reihenfolge von größer bis kleiner, und der ersten vollständigen Versuchsreihen gegenüber derjenigen der letzten Versuchsreihen dar. Das Zeichen $<$ zeigt, dass bei der Nummer der betreffenden Reihe das geschätzte Mittel *Rm* kleiner ist, als dasjenige der entsprechenden Nummer der Reihe von entgegengesetzter Richtung.

In Bezug auf die Reihenfolge sind für M. und W. fast ausnahmslos die Mittel in den Reihen von kleiner bis größer größer als in denjenigen von größer bis kleiner, bei E. ist dieselbe Neigung überwiegend vorhanden, bei K. dagegen zeigt sich ebenso deutlich ausgeprägt eine genau entgegengesetzte Tendenz. Was die Wirkung des auf- und absteigenden Verfahrens anbelangt, so stellt sie sich in den ersten Rubriken nicht so deutlich dar. Aus dem Schema der Versuchsreihen sieht man, dass der Einfluss der Abstufung in der zweiten Gruppe dem in der ersten und dritten hervortretenden entgegengesetzt ist, die Reihenfolge aber wirkt in allen drei Gruppen gleich. Daher entspricht in der ersten und dritten Gruppe das aufsteigende Verfahren der Reihenfolge von kleiner bis größer, und in der zweiten entspricht es der Reihenfolge von größer bis kleiner. Und dieser Aenderung entsprechend sind die Resultate der Abstufungsrichtung der zweiten Gruppe vollständig umgekehrt. Also muss man schließen, dass der Einfluss der Reihenfolge für alle vier Beobachter gleichförmig wirksam und dass dieser Einfluss viel stärker als der der Abstufungsrichtung ist. In einer Gruppe von Experimenten mit unregelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes, welche die mit regelmäßiger Abstufung des mittleren Reizes durchgeführte controlliren sollte, sind die Resultate in Bezug auf die Reihenfolge für K. und

Tabelle Xa.

	Beobachter K.						Beobachter W.					
Nr.	Aufsteig. Verfahren	Absteigendes Verfahren	$t_1 < t_3$	$t_1 > t_3$	Ursprüngliche Reihen	Spätere Reihen	Aufsteig. Verfahren	Absteigendes Verfahren	$t_1 < t_3$	$t_1 > t_3$	Ursprüngliche Reihen	Spätere Reihen
1	I <		<		<			<		<	<	
2	I <		<		<			<		<	<	
3		<		<	<		<		<		<	
4	II	<	<		<		<			<	<	
5	II	<	<		<		<			<	=	
6	II	<	<		<		<			<	<	
7	III <		<			<		<		<	<	
8	III <		<		<			<		<	<	
9	<		<		<			<		<	<	
	Unregelmäßige Abstufung											
1			<							<		
2			<							<		
3			<							<		
4			<							<		

Tabelle Xb.

	Beobachter M.						Beobachter E.					
Nr.	Aufssteig. Verfahren	Absteigendes Verfahren	$t_1 < t_3$	$t_1 > t_3$	Ursprüngliche Reihen	Spätere Reihen	Aufsteig. Verfahren	Absteigendes Verfahren	$t_1 < t_3$	$t_1 > t_3$	Ursprüngliche Reihen	Spätere Reihen
1	I	<		<	<		<		<		<	
2	I	<		<		<		<		<	<	
3	I	<		<	<			<		<	<	
4	II <			<	<			<	<		<	
5	II <			<		<		<	<			<
6	II <			<		<	<			<	<	
7	III	<		<	<			<		<		<
8	III	<		<		<		<		<	<	
9	III	<		<	<			<		<	<	

W. völlig mit den anderen übereinstimmend. Die Succession $t_1 < t_3$ ergibt durchweg wie vorher bei K. kleinere Werthe als die Succession $t_1 > t_3$ und bei W. ebenfalls ohne Ausnahme größere. Die Wirkung der Abstufungsrichtung ist aber noch bemerklich, wenn sie auch sehr klein ist, z. B. sind bei W. und M. unter ähnlichen Umständen die Mittel des absteigenden Verfahrens relativ etwas größer als die des aufsteigenden, wie man aus dem Vergleich der zweiten Gruppen in der Reihenfolge $t_1 < t_3$ mit den ersten und dritten sehen kann. Bei K. ist die Wirkung umgekehrt, wie man erwarten musste. Bei E. aber kann man keine ganz gleichförmige Wirkung in dieser Beziehung feststellen, die Resultate schwanken. Ueber die unregelmäßigen Abstufungsreihen kann man in dieser Beziehung natürlich nichts aussagen.

In den Versuchen von Ament[1]) mit Lichtreizen ist ein Unterschied bei auf- oder absteigendem Verfahren kaum erkennbar. Dagegen bedingen in den Versuchen mit Schallreizen nur das auf- und das absteigende Verfahren deutliche Unterschiede. Bei K. sind die in den Reihen mit aufsteigendem Verfahren erhaltenen Resultate fast ausnahmslos größer, als die mittels des absteigenden Verfahrens gewonnenen. Derselbe Beobachter hat in der Reihenfolge, bei welcher der größere Reiz voranging, vielleicht einen etwas größeren Werth als Mittel beurtheilt, als in denjenigen Reihen, wo der kleinere zuerst geboten wurde. Bei Beobachter A. ist derselbe Unterschied bei auf- und absteigendem Verfahren deutlich zu sehen, aber ein Einfluss der Aufeinanderfolge der größeren und kleineren Reize tritt nicht hervor. In den Untersuchungen von Merkel mit Gewichts- und Schallreizen ergab sich stets ein kleinerer Mittelwerth, wenn in der Reihenfolge der größere Reiz vor dem kleineren geboten wurde[2]).

Der Beobachter K. in den Ament'schen Versuchen ist derselbe, der in dieser Untersuchung als K. bezeichnet ist. Also stimmen seine mit den Schallintensitäten gewonnenen Resultate, wenn sie überhaupt ein Uebergewicht der einen Zeitlage erkennen lassen, hinsichtlich des Einflusses der Reihenfolge der Reize mit denjenigen

---

[1]) Phil. Stud. Bd. XVI. S. 160 ff.
[2]) Phil. Stud. Bd. V. S. 288, 526.

der Zeitsinnversuche überein. Bei den Zeitsinnversuchen der andern Versuchspersonen aber, sowie bei den Versuchen Merkel's, tritt ein entgegengesetzter Einfluss der Reihenfolge der Reize hervor. Hinsichtlich der Verschiedenheiten bei auf- und absteigendem Verfahren stimmen die Resultate der obenerwähnten Beobachter, abgesehen von den Zeitsinnversuchen K.'s, überein.

Noch eine bemerkenswerthe Wirkung in diesen Tabellen ist diejenige der Zeitordnung der Reihen. Die ganzen Versuche sind nach der besprochenen Eintheilung einmal vollständig durchgeführt worden, und später wurden sie unter denselben Umständen wiederholt. Hier stimmen drei von den vier Beobachtern vollständig überein darin, dass sie in der ersten Reihe kleinere Mittel lieferten als in der zweiten. Bei M. ist dieselbe Neigung vorhanden, nicht aber so deutlich ausgeprägt, wie bei den übrigen Beobachtern. Bei M. aber kann man dieselbe Wirkung sehr klar bemerken bei Vergleichung seiner Reihe mit schlagbegrenzten Zeiten mit der der Tonzeiten, da in der früher ausgeführten schlagbegrenzten Reihe die Mittel relativ kleiner ausgefallen sind, als in der Reihe der Tonzeiten.

Dieser Unterschied zwischen den ursprünglichen und den späteren Reihen ist auch in den Schallreizversuchen bei Ament hervorgetreten. Doch zeigt sich bei ihm diese Verschiedenheit für die beiden Beobachter in entgegengesetzter Richtung, bei K. ergab sich in den ursprünglichen ein kleinerer, bei A. ein größerer Mittelwerth, als in den späteren. Er glaubt, dass diese Abweichung dadurch zu erklären sei, dass anfangs bei K. der schwache Reiz dem starken gegenüber noch schwächer erschien, während bei A. der starke Reiz dem kleinen gegenüber noch stärker aufgefasst wurde, als sie waren[1]). Bei diesen Zeitsinnuntersuchungen ist es nicht dadurch zu erklären, weil ein Contrast nach dem Bericht der Versuchspersonen in beiden Richtungen wirksam gewesen ist. Es bleiben hier zwei Factoren übrig, mit denen jene Verschiedenheit der früheren und späteren Versuchsreihen zusammenhängen kann, erstens die Uebung, welche bei diesen Versuchen in Folge der anfänglichen Schwierigkeit der Urtheilsbildung eine große Rolle spielt, zweitens die Urtheilsweise selbst, da in den ursprünglichen Versuchen das Urtheil mehr durch die Auffassung

[1]) Phil. Stud. Bd. XVI. S. 185.

der gleichmäßig abgestuften absoluten Zeiten als durch directe Vergleichung der zwei Differenzen bestimmt wurde. Von diesen scheint mir der erste der wichtigere Factor zu sein.

Ueber das Verhältniss zwischen den verschiedenen Mitteln in den zwei Tabellen, von K. und W., wo die drei nebeneinander aufgeführt sind, kann man sagen, dass das »Grenzmittel« bei den beiden Beobachtern am wenigsten von dem Gesammtmittel abweicht und, was damit zusammenhängt, dass es einen mittleren Werth zwischen dem des positiven und des Gleichheitsmittels repräsentirt. Meistentheils ist auch das positive Mittel größer und das Gleichheitsmittel kleiner als das Grenzmittel. In dieser Hinsicht stimmen die beiden Beobachter überein, z. B. ist das positive Mittel bei K. dreimal kleiner als das Gesammtmittel und sechsmal größer, und bei W. ebenfalls. Das Gleichheitsmittel von K. ist fünfmal kleiner und viermal größer und von W. fünfmal kleiner, zweimal gleich und zweimal größer, und das Grenzmittel von K. ist fünfmal kleiner, einmal gleich und dreimal größer, von W. viermal kleiner, einmal gleich und viermal größer, als das Gesammtmittel. Ueber einen vierten Mittelwerth, der in den Reihen mit unregelmäßiger Abstufung berechnet worden ist, nämlich das Mittel aus den Gleichheitsfällen und den Aussagen »kleiner oder gleich« bezw. »größer oder gleich«, ist nichts sehr Bemerkenswerthes zu sagen. Es ist bald etwas größer bald etwas kleiner als das oben erwähnte Gleichheitsmittel. In den unregelmäßigen Abstufungsreihen von W. beträgt z. B. die durchschnittliche Abweichung des positiven Mittels von dem Gesammtmittel $5{,}2^{\sigma}$, des Gleichheitsmittels $5{,}6^{\sigma}$, des eben erwähnten vierten Mittels 7^{σ}, des Grenzmittels $4{,}75^{\sigma}$. Bei M. und E. erscheinen nur zwei Mittel, nämlich Gleichheits- und Grenzmittel, und beide entsprechen fast genau demselben Werth.

In Bezug auf das Weber'sche Gesetz ist Folgendes zu sagen: Der subjective Mittelwerth zwischen t_1 und t_3 fällt fast ausnahmslos höher als das geometrische Mittel, und zwar meistentheils näher dem arithmetischen als dem geometrischen. Daraus muss man schließen, dass bei der Vergleichung von übermerklichen Zeitunterschieden innerhalb des Gebiets, welches unsere Untersuchung umfasst, nämlich bei Zeiten von 250 bis 2000^{σ} Dauer das Weber'sche Gesetz nicht gilt. Die folgende Tabelle XI wird die Ergebnisse in dieser Beziehung klarer darstellen. Die erste Rubrik enthält die durchschnittlichen

relativen Abweichungen von dem geometrischen Mittel für die verschiedenen Versuchspersonen, die zweite die entsprechenden Werthe von *Fa* und zwar für die Reihen mit regelmäßiger und mit unregelmäßiger Abstufung.

Tabelle XI.

Versuchsperson	*Fg*	*Fa*
K. regelmäßige Abstufung	+ 0,037	+ 0,001
K. unregelmäßige Abstufung	+ 0,08	+ 0,017
W. regelmäßige Abstufung	+ 0,032	— 0,006
W. unregelmäßige Abstufung	+ 0,046	— 0,018
M. regelmäßige Abstufung	+ 0,024	— 0,013
E. regelmäßige Abstufung	+ 0,023	— 0,02

Bei K. ist der Werth von t_2 schon ein wenig größer als das arithmetische Mittel; bei den übrigen Beobachtern nähert er sich dem arithmetischen Mittel, und in jedem Fall ist er näher dem arithmetischen als dem geometrischen Mittel.

Das Verhältniss zwischen t_1 und t_3 hat einen merklichen Einfluss auf die relative Abweichung des t_2 von G. M. Bei jedem Beobachter wächst *Fg* mit der Größe des Verhältnisses.

Der Einfluss der Lage des Reizes, den Ament unter die mitwirkenden Momente rechnet[1]), ist hier bei der Abweichung des geschätzten Mittels von dem geometrischen Mittel nicht zu spüren. Nur bei den schlagbegrenzten Zeiten scheint er etwas hervorzutreten.

Um genau die Beziehung dieser Zunahme der Abweichung zu der Größe des Verhältnisses zwischen t_1 und t_3 zu bestimmen, sind unsere Experimente nicht genügend; aus ihnen kann man nur eine gewisse Tendenz zu einer Beziehung zwischen der Zunahme der Abweichung und der Größe des Verhältnisses erkennen, aber keine genaue Gesetzmäßigkeit.

In der Tabelle XII habe ich die absolute Gesammtzeit, die Größe

[1]) Phil. Stud. Bd. XVI. S. 167 ff.

des Verhältnisses zwischen t_1 und t_3 und die durchschnittliche Abweichung von dem geometrischen Mittel nebeneinander gestellt.

Tabelle XII.

	Gesammtzeit	$t_1 : t_3$	*Fg*
Unregelmäßige Abstufung bei K.	4760	1 : 3	+ 0,150
	3127	1 : 2	+ 0,065
	4723	3 : 5	+ 0,055
	4719	2 : 3	+ 0,052
Unregelmäßige Abstufung bei W.	4760	1 : 3	+ 0,116
	3127	1 : 2	+ 0,042
	4723	3 : 5	+ 0,016
	4719	2 : 3	+ 0,009
Regelmäßige Abstufung für K.	2751	1 : 2	+ 0,042
	5521	3 : 5	+ 0,0433
	4097	2 : 3	+ 0,0263
Regelmäßige Abstufung für W.	2751	1 : 2	+ 0,073
	5521	3 : 5	+ 0,0143
	4097	2 : 3	+ 0,012
Regelmäßige Abstufung für M.	2751	1 : 2	+ 0,0516
	5521	3 : 5	+ 0,0146
	4097	2 : 3	+ 0,0066
Regelmäßige Abstufung für E.	2751	1 : 2	+ 0,0383
	5521	3 : 5	+ 0,028
	4097	2 : 3	+ 0,0053

Daraus kann man schließen, dass der Einfluss der Größe der Gesammtzeit, wenn er überhaupt vorhanden ist, viel geringer als derjenige der Größe des Verhältnisses ist. In den ersten zwei Gruppen, die mit unregelmäßigen Abstufungen ausgeführt sind, und die ich als die zuverlässigsten betrachte, wächst die Zunahme der Abweichung von dem geometrischen Mittel mit der Größe des Verhältnisses und nicht mit der Zunahme der absoluten Zeit. Und in

den Reihen mit regelmäßigen Abstufungen ist, mit einer Ausnahme bei K., dieselbe Wirkung zu bemerken.

Die Anwendung der Methode der mittleren Abstufungen hat sich in diesen Versuchen bewährt, da die mittlere Variation nicht größer ist, als bei den übrigen Methoden[1]). In den Reihen mit regelmäßiger Abstufung beträgt die mittlere Variation bei K. 2,8%, bei W. 2%, bei M. 2% und bei E. 2,5%. In den Reihen mit unregelmäßiger Abstufung ist sie ebenso groß, bei K. 3% und bei W. 2%. In den Reihen mit schlagbegrenzten Zeiten beträgt sie bei K. 2,2%, bei W. 2,6 und bei M. 1%. In den Versuchen von Glass sowie in denen von Wrinch und Shaw (mit leeren Zeiten mittelst der Methode der mittleren Fehler ausgeführt) beträgt bei derselben Zeitgröße die m. V. durchschnittlich ungefähr 5%. Ferner ist zu bemerken, dass die m. V. bei den durch die Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Resultaten viel kleiner bleibt, als der von uns gewonnene Werth der Schwelle für Tonzeiten. Es ist auch bemerkenswerth, dass insbesondere bei K. die m. V. bei der Methode der mittleren Abstufungen ziemlich regelmäßig mit der Zunahme der N. Z. wächst.

II. Die Unterschiedsschwelle für Tonzeiten.

Aus mehreren Gründen wurde ich veranlasst, eine Reihe von Experimenten nach der Methode der Minimaländerungen zur Bestimmung der Unterschiedsschwelle zu unternehmen. Zunächst um die Unterschiedsschwelle für Tonzeiten zu bestimmen, da bisher keine Resultate darüber veröffentlicht sind. Zweitens um zu bestimmen, wie der ebenmerkliche Unterschied zum übermerklichen sich im Gebiete des Zeitsinns verhält, damit man sehen kann, ob die Abweichung von dem Weber'schen Gesetz nach beiden Methoden besteht.

Die folgenden Tabellen XIII und XIV enthalten die gesammten Resultate der Unterschiedsbestimmung von den zwei Beobachtern K. und W., und zwar enthält die erste Rubrik die Normalzeit *NZ*, die zweite die Zwischenzeit, die dritte *R* den subjectiven Schätzungs-

---

[1] Vgl. auch die Resultate von Meumann, Schumann, Glass, sowie die von Wrinch und Shaw (Univ. of Toronto Studies, Psychological Ser. Bd. I. S. 140 ff.).

werth von NZ, die vierte Δ die Schätzungsdifferenz, die fünfte S die Unterschiedsschwelle, die sechste m.V. die mittlere Variation der verschiedenen Werthe der Schwelle für jede NZ, die siebente

Tabelle XIII.

Unterschiedsschwelle bei Tonzeiten für K.

NZ	ZZ	R	Δ	S	m. V.	$\frac{S}{NZ}$	$\frac{\Delta}{NZ}$
250	240	264	+ 14	14	1	0,056	0,056
400	400	420	+ 20	22	4	0,055	0,050
800	750	835	+ 35	43	8	0,054	0,044
1200	1000	1258	+ 58	60	10	0,05	0,048
1500	1000	1611	+111	111	10	0,074	0,074

Tabelle XIV.

Unterschiedsschwelle bei Tonzeiten für W.

NZ	ZZ	R	Δ	S	m. V.	$\frac{S}{NZ}$	$\frac{\Delta}{NZ}$
250	240	259	+9	10	1	0,04	0,036
400	400	409	+9	16,25	2	0,041	0,023
800	750	817	+14	31	5	0,039	0,018
1200	1000	1213	+13	51	8	0,042	0,011
1500	1000	1565	+65	111	5	0,074	0,043

$\frac{S}{NZ}$ die relative Unterschiedsschwelle und die letzte $\frac{\Delta}{NZ}$ die relative Schätzungsdifferenz.

Wie in den Experimenten mit der Methode der mittleren Abstufungen, so besteht auch hier jede Reihe aus acht Gängen, und wenn gelegentlich die Resultate nicht gut übereinstimmten, dann wurden sie mehrere Male wiederholt. Wie aus dem Schema zu sehen ist, steht die variable Zeit eben so oft zuerst in der Reihenfolge, wie zuletzt, das Urtheil aber bezieht sich immer auf die zweite Zeit. Außerdem diente dieses Versuchsschema dazu, um die Einflüsse der

Zeitlage auszugleichen. Sonst geschah die Anwendung und die Berechnung der Methode nach der von Külpe beschriebenen Weise[1]).

Schema einer Versuchsreihe.

Gang	Normalzeit	Vergleichszeit	Auf- oder absteigendes Verfahren
1	1	2	↑
2	1	2	↓
3	2	1	↓
4	2	1	↑
5	1	2	↓
6	1	2	↑
7	2	1	↑
8	2	1	↓

Der Umfang dieser Versuche zur Bestimmung der Unterschiedsschwelle ist nicht groß genug, um etwas Allgemeingültiges daraus zu schließen, da die kleinsten Zeiten wie auch die größten nicht angewandt worden sind. Innerhalb der Zeiten aber von 250^{σ} bis 1500^{σ} stimmen die Resultate untereinander wie auch unter den verschiedenen Beobachtern gut überein.

Zunächst ist der Schätzungsfehler bei beiden Beobachtern immer positiv, bei K. etwas größer als bei W., und er wächst auch mit der Größe der Normalzeit, obgleich nicht ganz regelmäßig. Bei der größten Zeit ist der Schätzungsfehler noch entschieden positiv, also kann man daraus keine Umkehrung des Fehlers entnehmen, die bei leeren Zeiten festgestellt worden ist[2]).

Diese Umkehrung des Fehlers bei der Schätzung von reizbegrenzten Zeiten wird von Mehner folgendermaßen beschrieben. »In Zeiten bis zu der Größe von 0,7 Sec. ist der Fehler positiv, von 0,7 Sec. bis 5 Sec. ist er negativ, und bei Zeiten von 5 Sec. kehrt er wieder um und wird positiv«[3]). Die letzte Umkehrung aber ist, wie aus den Tabellen zu sehen ist, nicht ohne ziemlich viele Ausnahmen.

---

1) Grundriss der Psychologie, S. 63 ff.
2) Univ. of Toronto Studies. Psychol. Series Bd. I. S. 142 ff.
3) Phil. Stud. Bd. II. S. 581.

Die Tabellen von Estel, dessen Versuche auch mittelst der Methode der Minimaländerungen ausgeführt sind, zeigen keine engbegrenzte Umkehrungszone in dieser Beziehung[1]). Die Untersuchung von Glass, die mittelst der Methode der mittleren Fehler angestellt ist, zeigt eine Umkehrung des positiven in den negativen Fehler bei ungefähr zwei Secunden.

In den Versuchen von Meumann über die Wirkung verschiedener Ausfüllung von Zeitstrecken auf die Schätzung derselben tritt auch bei gewissen Zeiten ein Umschlag des Urtheils ein, wobei der Fehler sein Vorzeichen ändert. »Durch Ausfüllung einer von zwei verglichenen Zeiten mit einem oder mehreren Schall-, Licht- oder Tasteindrücken werden, wenn die andere Zeitstrecke bloß durch Reizbegrenzung hergestellt wird, kleinste bis mittlere reizerfüllte Zeiten (bis im Maximum reichlich 4,0 Sec.) sehr beträchtlich überschätzt, bei mittleren verliert sich allmählich der Einfluss der Ausfüllung in dem Sinn, dass keine constante Fehlschätzung nach einer Richtung mehr sichtbar ist, und die Wirkung der differenten Ausfüllung der Zeiten zeigt sich nur in der Vergrößerung beider Schwellen. Bei größeren Zeiten (mindestens bei 8—10 Sec.) tritt ein Umschlag des Urtheils ein, so dass die reizbegrenzten Zeiten überschätzt werden«[2]). Bei derselben Gelegenheit vermuthet Meumann, bei Tonzeiten trete kein Umschlag des Urtheils mit der Vergrößerung der Zeiten ein. Diese Vermuthung findet durch meine Versuche über die Unterschiedsschwelle für Tonzeiten Bestätigung. In seinem Grundriss der Psychologie[3]) sagt Külpe, nachdem er die verschiedenen Einflüsse auf die Zeitbeurtheilung besprochen hat: »Aus allen diesen Erwägungen lässt sich wohl die Unterschätzung größerer, nicht aber die Ueberschätzung kleiner Zeiten ableiten . . . Vielleicht wird die Vergleichung von Empfindungszeiten entsprechender Dauer bestimmte theoretische Vorstellungen darüber bilden helfen«. Inzwischen hat er in seiner Vorlesung bereits darauf hingewiesen, dass das Vorhandensein einer Indifferenzzeit bei der Vergleichung leerer Zeiten darauf beruhe, dass sich hier zwei verschiedene Urtheilsweisen ablösen. Wie Meumann gezeigt hat, wird bei sog. kleinen Zeiten die Geschwindigkeit

[1]) Phil. Stud. Bd. II. S. 41 ff.
[2]) Phil Stud. Bd. XII. S. 248.
[3]) S. 406.

der Succession, bei sog. mittleren Zeiten die Zeitdauer selbst beurtheilt. Ist diese letztere aber auch bei kleinen Zeiten allein der Gegenstand des Urtheils, wie dies bei unseren Tonzeitversuchen der Fall war, dann kann es hiernach keine Umkehrung des Schätzungsfehlers geben. Es ergibt sich somit auch hier wieder, dass die Vergleichung von Zeitdauern, die an einfachen Sinneseindrücken beobachtet werden, der Beurtheilung von sog. leeren Zeiten gegenüber der psychologisch einfachere Thatbestand ist[1]).

Was endlich die relative Schätzungsdifferenz anbetrifft, die in der älteren Zeitsinnlitteratur eine so große Rolle gespielt hat, so zeigen unsere Tabellen, dass sie, wie bei Estel oder Mehner, in der That ein Minimum aufweist, das für K. ungefähr bei 800, für W. bei 1200 $^{\sigma}$ liegt. Der genauere Ort dieses Minimums lässt sich bei den großen Stufen, die unsere N.Z. von einander trennen, nicht feststellen. Jedenfalls verdient diese Thatsache, die mit dem Weber'schen Gesetz nichts zu thun hat, gerade bei Tonzeiten genauer untersucht zu werden. Vielleicht wird es auf diesem Wege möglich, dem sog. Periodicitätsgesetz im Gebiet des Zeitsinns eine präcisere Bedeutung zu verleihen.

Die Schwelle beträgt bei K. für Zeiten von 250$^{\sigma}$ bis 1200$^{\sigma}$ 5 %, dann nimmt sie plötzlich zu und beträgt bei 1500$^{\sigma}$ 7 %. Bei W. ist der Fall ganz analog, nur ist die Schwelle etwas kleiner, von 250$^{\sigma}$ bis 1200$^{\sigma}$ beträgt sie nämlich 4 % der Normalzeit, bei 1500$^{\sigma}$ nimmt sie ebenfalls plötzlich zu und beträgt 7 %. Bei K. beträgt die Schwelle innerhalb der ersten vier Zeiten durchschnittlich 5,37 % mit einer m. V. von 0,19, bei W. innerhalb derselben Grenzen 4,05 % mit einer m. V. von 0,1.

Ueber die Unterschiedsschwelle für reizbegrenzte Zeiten hat Schumann Folgendes mitgetheilt: Bei Hauptzeiten von 150$^{\sigma}$ bis 300$^{\sigma}$ kann man mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass der relative Werth der Unterschiedsschwelle 1 % nicht erheblich übersteigt. Bei Schumann selbst aber beträgt die Unterschiedsschwelle bei gutem Befinden für Zeiten bis 400$^{\sigma}$ etwa 1,7 %. Die meisten seiner Beobachter hatten schon mit Differenzen $\pm$ $^1/_{30}$ oder 3,3 % große Schwierigkeiten. Schumann behauptet aber nur, dass diese Werthe

---

[1]) Vgl. Külpe a. a. O. S. 394 ff.

annähernd genau sind[1]). In ein paar Versuchen von Meumann[2]) über die Bestimmung der Unterschiedsschwelle für schlagbegrenzte Zeiten beträgt die Schwelle für Zeiten von 200^σ bis 1000^σ bei einem von zwei Beobachtern von 3 % bis 5 % der Normalzeit, und bei dem anderen von 4,4 % bis 7 % mit einer mittleren Variation, die erheblich gräßer ist, als diejenige in unseren Versuchen. Wenn also die Unterschiedsschwelle bei Tonzeiten bis zu etwa $^1/_2$ Secunde etwas größer ist, als bei reizbegrenzten Zeiten, so ist das wahrscheinlich auch dadurch zu erklären, dass die Urtheilsweise unterhalb dieser Grenze bei den sog. leeren Zeiten auf der Successionsgeschwindigkeit der Schalleindrücke beruht. Soweit die Schwellenbestimmung für leere Zeiten $> {}^1/_2$ Secunde durchgeführt ist, scheint sie keine kleineren Werthe als die unsrigen ergeben zu haben. So fand z. B. Mehner bei $0{,}75^s$ N.Z. eine Schwelle von ungefähr 40^σ bis 50^σ, bei 1,5 N.Z. eine solche von c. 120^σ[3]). Bei unseren Tonzeitversuchen erhielten wir (vergl. Tab. XIII und XIV) die entsprechenden Schwellen von 31 (43) bezw. 111^σ, die also eher noch etwas kleiner sind, als jene. Aehnliches ergibt sich aus den oben angeführten Versuchen von Meumann. Dabei ist die Regelmäßigkeit der Schwellen, gemessen an der m. V., bei Tonzeiten mindestens so groß, wie bei reizbegrenzten Zeiten.

Aus den Versuchen nach der Methode der mittleren Abstufungen kann man auch eine Schwelle ableiten, nämlich den Werth, bei welchem die Unterschiede der ersten und zweiten bezw. der zweiten und dritten Zeiten den Beobachtern nicht mehr gleich erschienen. Es ist von Interesse, diesen Werth, eine Unterschiedsschwelle höherer Ordnung, mit S zu vergleichen. Er ist im allgemeinen größer als S, wie sich aus Tabelle XV ergibt, in der die neue Schwelle als Σ aufgeführt ist. Bei K. z. B. beträgt das $\frac{\Sigma}{N}$ für Zeiten von 500^σ bis 900^σ von 5 bis 13 %, bei W. für Zeiten von 500 bis 1200^σ 13 bis 20 %. Auf große Genauigkeit kann diese Bestimmung freilich keinen Anspruch machen, da sie nur zufällig aus den der Unterschiedsvergleichung gewidmeten Versuchen erhalten wurde. Immerhin

[1]) Zeitschr. f. Psychol. und Physiol. Bd. XVII. S. 269 ff.
[2]) Phil. Stud. Bd. IX. S. 282.
[3]) Phil. Stud. Bd. II. S. 554 f.

ist es interessant und einer weiteren Untersuchung werth, dass auch Σ annähernd das Weber'sche Gesetz zu befolgen scheint. Bei K. darf der Quotient $\frac{\Sigma}{N}$ innerhalb der Grenzen 500^σ bis 800^σ, bei W. innerhalb der Grenzen 500^σ bis 1500^σ als constant betrachtet werden. Dabei ist der numerische Betrag von Σ bei K. wesentlich kleiner als bei W., während S, wie wir sahen, für W. den kleineren Werth repräsentirt.

Die Ergebnisse der S-Bestimmung weisen ferner eine innerhalb gewisser Grenzen ziemlich vollständige Bestätigung des Weber'schen Gesetzes auf. Für K. steht die Schwelle innerhalb der Zeiten von 250^σ bis 1200^σ in fast vollkommen constanter Beziehung zu den NZ, das $\frac{S}{NZ}$ beträgt durchschnittlich 5,37 %, mit einer m. V. von 0,19, die also etwas weniger als $^1/_5$ % der N.Z. beträgt. Innerhalb derselben Grenzen wird das Gesetz für W. noch etwas genauer bestätigt, bei W. beträgt die Schwelle 4,05 % der N.Z. mit einer m. V. von 0,1 oder $^1/_{10}$ % der N.Z. Unsere Experimente reichen nicht aus, um die untere Grenze dieser Gesetzmäßigkeit zu bestimmen. Die obere Grenze aber haben wir in unseren Versuchen bereits überschritten, da bei 1500^σ eine entschiedene Zunahme der Unterschiedsschwelle um 2—3 % auftritt.

Tabelle XV.

Unterschiedsschwelle für die Unterschiedsvergleichung.

Für W.		Für K.	
N.Z.	$\frac{\Sigma}{N}$	N.Z.	$\frac{\Sigma}{N}$
500	0,18	500	0,05
600	0,16	600	0,06
744	0,18	744	0,08
900	0,16	800	0,06
1200	0,13	900	0,13
1500	0,20		

Die Ergebnisse früherer Versuche über die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes mit schlagbegrenzten Zeiten nach der Methode der

mittleren Fehler[1]) stimmen mit den jetzigen für Zeiten von 250^{σ} bis 1200^{σ} gut überein. Bei diesen Zeiten ist das Gesetz von den beiden Methoden ziemlich genau bestätigt worden. Durch die Methode der mittleren Fehler ist es auch für kleinere Zeiten bis ungefähr 125^{σ}, sowie bei Zeiten von 1200^{σ}—9000^{σ}, mit einer Ausnahme, bestätigt worden.

Es ist bemerkenswerth, dass Thorkelson, der auch mit ausgefüllten Zeiten gearbeitet hat, die Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes bei Zeiten von 1,5 bis 12 Sec. durchaus bewährt gefunden hat. Er hat seine Untersuchungen nach der Methode der Minimaländerungen angestellt. Die von Thorkelson untersuchten Zeiten sind zu groß, um über die untere Grenze der Gültigkeit des Gesetzes Auskunft zu geben, er schließt diesen Theil seiner Untersuchung mit der Bemerkung: »Das Weber'sche Gesetz gilt wahrscheinlich für den Zeitsinn innerhalb gewisser Grenzen unter denselben Bedingungen wie andere Gesetze, nämlich wenn sich nicht störende Nebenumstände ihm entgegensetzen«[2]). Die nach der Methode der richtigen und falschen Fälle von Schumann gewonnenen Resultate liefern keine Bestätigung des Weber'schen Gesetzes, diese Untersuchung ist mit reizbegrenzten Zeiten ausgeführt, und dabei kommen nur Zeiten von 150^{σ} bis 2000^{σ} in Betracht[3]). Die nach der Methode der mittleren Fehler gewonnenen Resultate von Glass zeigen eine annähernde Bestätigung des Gesetzes innerhalb der ziemlich weiten Grenzen von 0,75 bis 9 Sec.[4]). Die nach derselben Methode gewonnenen Resultate von Ejner lassen sich in derselben Richtung deuten[5]). Also das Zeugniss der Untersuchungen über die Schätzung von reizbegrenzten Zeiten nach der Methode der mittleren Fehler deutet ziemlich übereinstimmend auf eine Bestätigung des Weber'schen Gesetzes hin; ebenso innerhalb gewisser Grenzen die Versuche, die

[1]) Wrinch und Shaw a. a. O. Vgl. jedoch jetzt H. C. Stevens (Americ. Journ. of Psychol., XIII, S. 1 ff.), wo die Resultate dem Weber'schen Gesetz viel weniger günstig ausgefallen sind.

[2]) Siehe bei Meumann, Phil. Stud. Bd. VIII. S. 432 ff.

[3]) Zeitschrift für Psychologie, Bd. IV. S. 55 ff.

[4]) Phil. Stud., Bd. IV, S. 453.

[5]) Experimentelle Untersuchungen über den Zeitsinn. Inaugural-Dissertation. Dorpat 1889.

mit Tonzeiten nach der Methode der Minimaländerungen angestellt wurden. Die Untersuchungen nach den anderen Methoden und auch nach der der Minimaländerungen mit reizbegrenzten Zeiten zeigen keine unzweideutige Bestätigung des Gesetzes. Natürlich darf nicht übersehen werden, dass der mittlere Fehler ein anderer Werth ist, als die Unterschiedsschwelle, und dass daher das Weber'sche Gesetz, in jenem oder diesem Werth ausgedrückt, nicht dasselbe zu sein braucht.

Wahrscheinlich aber hängt die reine Bestätigung des Weberschen Gesetzes für die Unterschiedsschwellen von Tonzeiten gleichfalls mit dem oben hervorgehobenen Umstande zusammen, dass die Urtheilsweise bei ihnen die gleiche bleibt und nicht beim Uebergang von kleinen zu mittleren Zeiten wechselt. Es fehlt hier in Folge dessen an jener unteren Abweichung, die für leere Zeiten bisher festgestellt wurde, sofern die relative U.E. bei den sog. kleinen Zeiten zunahm.

III. Ueber das Verhältniss zwischen den ebenmerklichen und den übermerklichen Unterschieden.

Bei einer experimentellen Untersuchung über dieses Verhältniss in dem Gebiet der Licht- und Schallintensitäten von Ament ergab sich eine merkliche Abweichung zwischen den Resultaten der Unterschiedsbestimmung und denjenigen der Unterschiedsvergleichung. Das Hauptresultat dieser Untersuchung wird in folgender Weise formulirt: »dass die bei der Vergleichung von Unterschieden in dem Gebiet der Licht- und Schallintensitäten gefundene Mitte zwischen zwei Grenzreizen von dem geometrischen Mittel derselben bezw. der aus der Zahl der ebenmerklichen Unterschiede bestimmten mittleren Stufe nach R_2 hin um so mehr abweicht, je größer das Verhältniss der Grenzreize zu einander ist, und je größer die absoluten Intensitäten derselben sind« [1]).

Dieses Verhältniss zwischen ebenmerklichen und übermerklichen Unterschieden wurde mittels des indirecten Verfahrens, d. h. durch die Vergleichung der Resultate der Methode der mittleren Abstufungen

---

[1]) Phil. Stud., Bd. XVI, S. 180.

mit denen der Methode der Minimaländerungen einerseits und mittels des directen Verfahrens, d. h. durch die Vergleichung der für eine Reizreihe bestimmten ebenmerklichen Unterschiede mit übermerklichen derselben Reihe anderseits untersucht.

Was unsere Experimente in dieser Beziehung ergeben, ist nur aus dem indirecten Verfahren zu schließen. Zunächst zeigte die Unterschiedsbestimmung eine ziemlich genaue Bestätigung des Weber'schen Gesetzes über beinahe das ganze von unseren Experimenten umfasste Gebiet, nur bei den längsten Zeiten ist eine Abweichung davon zu bemerken. Eine annähernde Bestätigung desselben Gesetzes innerhalb gewisser enger Grenzen ist auch vorhanden in den obenerwähnten Ament'schen Experimenten mit Licht- und Schallintensitäten für die Unterschiedsbestimmung. In beiden Fällen aber zeigen die Resultate der Unterschiedsvergleichung eine erhebliche Abweichung von derselben Gesetzmäßigkeit.

Neuerdings hat nun Heymans, in seiner Abhandlung »über psychische Hemmung«[1]), diese Abweichungen von dem Weber'schen Gesetz bei Resultaten, welche nach der Methode der mittleren Abstufungen gewonnen worden sind, erörtert. Er glaubt, dass sie zu erklären sind durch das von ihm aufgestellte Gesetz der psychischen Hemmung. Ohne eine ausführliche Beurtheilung dieser Abhandlung geben zu wollen, will ich den Zusammenhang zwischen seiner Theorie und den zu erklärenden Abweichungen vom Weber'schen Gesetz besprechen.

Dass Heymans in dem Hemmungsgesetz etwas constatirt hat, was sich wesentlich von dem Weber'schen Gesetz unterscheidet, ist mir zunächst nicht klar geworden. Der Satz: »Die an der Erhöhung der Reizschwellen gemessenen Hemmungswirkungen sind den Intensitäten der hemmenden Reize, und bei qualitativer Verschiedenheit derselben den Widerständen, welche sie selbst der Hemmung durch andere Reize entgegensetzen, sowie ihren reciproken Reizschwellen, proportional«[2]) ist aus Versuchen der folgenden Art gewonnen. In dem Gebiet der Gesichtsempfindungen stellte er zunächst für die reinen Helligkeiten eine rotirende Scheibe von gewisser Helligkeit her

[1]) Zeitschr. f. Psychol. Bd. XXVI. S. 305 ff.
[2]) Zeitschr. f. Psychol. u. Phys., Bd. XXI. S. 356.

und suchte die Unterschiedsschwelle dadurch zu ermitteln, dass er die Intensität auf einem bestimmten Kreisring so lange erhöhte, bis der Unterschied dieses Ringes von der übrigen Scheibe merklich wurde. Die Intensität der ganzen Scheibe, den Ring ausgenommen, stellt den hemmenden, activen Reiz dar, und der Ring den passiven, gehemmten Reiz. Bei verschiedenen Intensitäten des hemmenden Reizes läuft der durch Hemmung bedingte Zuwachs der Reizschwelle, d. h. die Unterschiedsschwelle, proportional der Intensität des hemmenden Reizes, wie nach dem Weber'schen Gesetz die Unterschiedsschwelle abhängig ist von der Intensität der zu unterscheidenden Reize. Den constanten Factor, welcher das Verhältniss zwischen dem hemmenden und dem Zuwachs des gehemmten Reizes darstellt, nannte er Hemmungscoefficient. Und aus diesem Hemmungscoefficienten wird die wahrscheinliche Erhöhung der Reizschwelle, d. h. die Unterschiedsschwelle berechnet. Mit demselben Apparat machte er Versuche mit Farben als passiven Reizen und verschiedenen reinen Helligkeiten, sowie auch anderen Farben von derselben Intensität als activen Reizen; ferner mit einem gewissen Weiß als passivem Reiz und verschiedenen Farben als activen Reizen. Das bedeutet, dass er Versuche über die Unterschiedsempfindlichkeit für reine Helligkeiten anstellte, sowie über die Unterschiedsempfindlichkeit für Farben in zwei Richtungen, erstens in der Richtung einer bloßen Helligkeitsverschiebung, zweitens in der Richtung eines Uebergangs in andere Farbentöne. Daraus ergab sich, dass der passive Reiz erhöht werden musste, einerseits im Verhältniss zum Grade der »hemmenden« Helligkeit, andererseits proportional der Menge der beigemischten Farben.

Mit dem Geschmackssinn wurde ein ähnliches Verfahren ausgeführt. Erstens wurde die Reizschwelle bestimmt, dann die Unterschiedsschwelle, indem einem gewissen Schmeckstoff, activer Reiz genannt, so lange Zusätze eines anderen Schmeckstoffes, des passiven Reizes, nach der Methode der Minimaländerungen beigesetzt wurden, bis ein Unterschied der dieser Mischung entsprechenden Geschmacksempfindung von der Geschmacksempfindung, welche dem ursprünglichen Schmeckstoff entsprach, ebenmerklich wurde.

In den Versuchen über Schallempfindungen handelte es sich gleichfalls um die Bestimmung der Unterschiedsschwelle, indem gewissen Stimmgabeltönen, Geräuschen eines Fallphonometers oder Signalen

einer Weckeruhr abgestuft ein bestimmtes Geräusch hinzugefügt wurde, bis die Verschiedenheit der den erstgenannten Reizen entsprechenden Gehörsempfindungen von den durch das Geräusch modificirten Empfindungen eben zu erkennen war.[1])

In der zweiten Abhandlung[2]) sind die Versuche fortgesetzt worden für Druck- und Lichtempfindungen, mit dem Unterschied jedoch, dass, während früher sowohl der hemmende als auch der gehemmte Reiz auf dieselben Theile des betreffenden Sinnesorganes einwirkten, jetzt active und passive Reize auf verschiedene Stellen des betreffenden Sinnesorgans wirkten. Im Großen und Ganzen aber ist das Verfahren dem vorhergehenden ähnlich, und die Resultate stimmen mit den früheren überein.

Also hat Heymans durch diese Versuche die Proportionalität zwischen der Intensität des hemmenden Reizes und der Erhöhung der Schwelle des gehemmten Reizes constatirt, oder, mit anderen Worten, hat er die Proportionalität zwischen Reizgröße und Unterschiedsschwelle in einer neuen Weise festgestellt. Der Satz, so sagt auch Heymans, »dass die relative Unterschiedsschwelle für Lichtempfindungen $^1/_{100}$ beträgt, kann auch so formulirt werden, dass eine Lichtempfindung von der Intensität E einen gleichlocalisirten Empfindungsunterschied von $^1/_{100}$ E unmerklich zu machen, also zu hemmen vermag«[3]). Mit dieser neuen Ausdrucksweise ist aber wenig gewonnen, weil der Begriff der Hemmung das Verhältniss zwischen Reiz- und Unterschiedsschwelle doch nicht erklärt, vielmehr selbst einer weiteren Erklärung bedürftig zu sein scheint, und zugleich nicht allgemein genug ist, um den ganzen Umfang des Weber'schen Gesetzes bezw. der U. E. in sich aufnehmen zu können.

Soll Heymans' Theorie nicht bloß eine andere Formulirung des Weber'schen Gesetzes sein, so musste er seinem Begriff der psychischen Hemmung wenigstens insofern eine weitere Bedeutung geben, als er psychische Hemmung auch zwischen disparaten Empfindungen constatirte. Das hat er aber nicht gethan. Sein Einwand, dass

[1]) Aehnliche Versuche sind bereits von A. Mayer (Americ. Journ. of Science, Ser. 3, Vol. III. S. 267 ff.) mitgetheilt worden. Vgl. darüber Külpe, Grundriss der Psych. § 43, 6.

[2]) Zeitschr. f. Psychol. u. Phys. Bd. XXVI. S. 305 ff.

[3]) a. a. O. S. 347.

die Aufmerksamkeit jeden Augenblick im allgemeinen nur den Erscheinungen eines Sinnesgebiets angepasst wird[1]), genügt nicht, um dieser Forderung zu entgehen.

»Die drei relativ selbständigen und dennoch eng verbundenen Thatsachencomplexe: die Existenz der Unterschiedsschwelle, die Proportionalität derselben mit der Reizintensität, und die unteren und oberen Abweichungen«[2]), die von Heymans als Thatsachen des Weber'schen Gesetzes besonders hevorgehoben worden sind, bleiben durch seine Hemmungstheorie, wie uns scheint, unerklärt. Für die Existenz der Unterschiedsschwelle und für die Proportionalität derselben mit der Reizintensität bleibt die Hemmung nur ein neuer Name. Die unteren Abweichungen von dem Weber'schen Gesetz bleiben, selbst wenn das Hemmungsgesetz völlig sichergestellt wäre, unerklärt, höchstens dass auf Grund der Analogie mit der Erhöhung der Schwelle durch Hemmung eine Hypothese sich bilden lässt, wonach ein uneliminirbarer Hemmungsbetrag, auf den die Reizschwelle zurückgeführt wird, immer noch übrig bleibt. Dieser uneliminirbare Hemmungsbetrag würde bei sehr kleinen Reizunterschieden störend wirken, bei größeren Differenzen aber zu klein sein, um irgend eine Wirkung hervorzurufen. Diese Hypothese wäre immerhin sehr problematisch und bedürfte ausgedehnter experimenteller Bestätigung.

Was über die Erklärung der oberen Abweichung von dem Weber'schen Gesetz gesagt wird, könnte man, selbst wenn es genügend wäre diese Abweichung zu erklären, ebensogut dazu benutzen, ohne das Hemmungsgesetz in Betracht zu ziehen. Es enthält nämlich nur so viel, dass die relative Unterschiedsempfindlichkeit bei gewissen Größen der Reize wegen der Entstehung des Gefühlstons der Unlust abnimmt, oder in anderen Fällen bei Erreichung der Schmerzschwelle zunimmt. Dass die oberen Abweichungen von dem Weber'schen Gesetz dadurch zu erklären sind, lässt sich nicht nachweisen, da z. B. in der erwähnten Arbeit von Ament in den mittelst der Methode der Minimaländerungen gewonnenen Resultaten das Weber'sche Gesetz nur innerhalb ziemlich enger Grenzen gilt. Oberhalb dieser Grenzen aber kann noch keine Rede

---

[1]) Zeitschr. f. Psychol. Bd. XXI. S. 359.
[2]) Ebenda, Bd. XXVI. S. 343.

von Unlust oder Schmerz sein, woraus diese obere Abweichung von dem Weber'schen Gesetz zu erklären wäre. Und in den von mir mittelst derselben Methode gewonnenen Resultaten im Gebiet des Zeitsinns ist die obere Abweichung von dem Gesetz erst recht nicht aus jenen Ursachen zu erklären. Auch sonst liegen gar keine Beweise dafür vor, dass das Eintreten einer oberen Abweichung vom Weber'schen Gesetz gerade mit der Unlust- oder Schmerzschwelle zusammenfällt.

In Bezug auf die Erklärung der mittelst der Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Resultate lautet die Hemmungstheorie folgendermaßen: es wird nach den Ergebnissen des obenerwähnten experimentellen Theils angenommen, dass, da die Reizschwellenerhöhung proportional der Intensität des hemmenden Reizes verläuft, Reize und Empfindungen sich durchgehend proportional verhalten [1]). Danach wird bei den mittels der Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Versuchsergebnissen, wenn Hemmung außer Betracht gelassen wird, Rm genau dem arithmetischen Mittel zwischen R_1 und R_2 entsprechen. Der Unterschied aber zwischen Rm und R_1 wird nach dem Hemmungsgesetz abgeschwächt, und zwar proportional der Intensität der Summe der ihn begrenzenden Empfindungen Rm und R_1. Ebenfalls wird der Unterschied $R_2—Rm$ proportional der Intensität der Summe der ihn begrenzenden Empfindungen R_2 und Rm herabgesetzt. Da nun R_2 eine größere Intensität als R_1 besitzt, und Rm den beiden Fällen gemeinsam ist, so wird der zweite Unterschied $R_2—Rm$ noch mehr herabgesetzt sein als der Unterschied $Rm—R_1$. Um die zwei Unterschiede auszugleichen, muss deshalb Rm etwas kleiner als das arithmetische Mittel werden, und zwar wird, wenn der Hemmungscoefficient, d. h. das Verhältniss zwischen dem hemmenden und gehemmten Reiz, constant bleibt, wie das nach Heymans für ein bestimmtes Sinnesgebiet und bei unveränderter Versuchseinrichtung vorauszusetzen ist, Rm herabgesetzt werden müssen je nach der Größe des $\frac{R_2}{R_1}$. Rm wird dadurch von dem arithmetischen Mittel je nach der Größe des $\frac{R_2}{R_1}$ abweichen.

Nach der Heymans'schen Bearbeitung der Resultate der Merkel-

[1]) a. a. O. S. 358.

schen, Ament'schen und Angell'schen Versuche mit der Methode der mittleren Abstufungen soll diese Theorie ihre Bestätigung erhalten. Die Tabellen, die er auf Grund jener Versuche gebildet hat, zeigen eine gewisse Abhängigkeit der Größe des Rm von der Größe des Verhältnisses zwischen R_2 und R_1. Das aber hat Ament schon bemerkt, indem er die Größe der Abweichung des Rm von dem geometrischen Mittel als abhängig von der Größe der verglichenen Unterschiede nachgewiesen hat[1]). Nach dem Heymans'schen Muster habe ich meine Resultate in den folgenden Tabellen XVI—XXI dargestellt, mit der Hinzusetzung von zwei Columnen Fa und Fg, welche die relativen Abweichungen des Rm von dem arithmetischen und geometrischen Mittel zeigen.

Die Bedeutung der verschiedenen Rubriken der folgenden Tabellen ist schon bekannt. R_1, R_2 und Rm stellen wie gewöhnlich den ersten und dritten, sowie den Reiz dar, welcher als das zwischen ihnen liegende Mittel geschätzt wurde. Das p und x bedürfen keiner Erklärung, und H, der constante Hemmungscoefficient, und x sind nach der folgenden Formel aus den experimentell gewonnenen Resultaten durch Substitution berechnet:

$$Ex - E - H(Ex + E) = Ep - Ex - H(Ep - Ex) .$$

Tabelle XVI.
Beobachter M.

R_1	R_2	Rm	Fa	Fg	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{Rm}{R_1}$	H berechnet	x berechnet
500	744	611			1,49	1,22		
600	900	733	— 0,014	+ 0,006	1,5	1,22		1,24
800	1200	997			1,5	1,22		
744	1244	974			1,67	1,31		
900	1500	1183	— 0,017	+ 0,015	1,67	1,31	0,056	1,32
1200	2000	1571			1,67	1,31		
250	500	364			2	1,46		
300	600	449	— 0,012	+ 0,052	2	1,49		1,47
400	800	605			2	1,51		

[1]) Phil. Stud., Bd. XVI. 180 ff. Ebenso schon Merkel (vgl. Phil. Stud., V. 288).

Tabelle XVII.

Beobachter E.

R_1	R_2	Rm	Fa	Fg	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{Rm}{R_1}$	H berechnet	x berechnet
500	744	610			1,49	1,22		
600	900	723	— 0,025	— 0,005	1,5	1,21		1,24
800	1200	980			1,5	1,2		
744	1244	992			1,67	1,33		
900	1500	1193	— 0,004	+ 0,028	1,67	1,33	0,083	1,31
1200	2000	1591			1,67	1,33		
250	500	352			2	1,41		
300	600	449	— 0,025	+ 0,035	2	1,49		1,46
400	800	593			2	1,48		

Tabelle XVIII.

Beobachter W. Regelmäßige Abstufung.

R_1	R_2	Rm	Fa	Fg	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{Rm}{R_1}$	H berechnet	x berechnet
500	744	624			1,49	1,25		
600	900	742	— 0,011	+ 0,012	1,5	1,24		1,24
800	1200	967			1,5	1,22		
744	1244	981			1,67	1,32		
900	1500	1175	— 0,018	+ 0,014	1,67	1,31	0,028	1,33
1200	2000	1596			1,67	1,31		
250	500	377			2	1,51		
300	600	454	— 0,011	+ 0,073	2	1,51		1,49
400	800	612			2	1,53		

Tabelle XIX.

Beobachter W. Unregelmäßige Abstufung.

R_1	R_2	Rm	Fa	Fg	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{Rm}{R_1}$	H berechnet	x berechnet
800	1200	989	— 0,011	+ 0,009	1,5	1,24		1,24
744	1244	987	— 0,007	+ 0,016	1,67	1,32		1,32
400	800	588	— 0,02	+ 0,042	2	1,47	0,058	1,47
500	1500	967	— 0,033	+ 0,116	3	1,93		1,94

Tabelle XX.

Beobachter K. Regelmäßige Abstufung.

R_1	R_2	Rm	Fa	Fg	$p = \frac{R_1}{R_2}$	$x = \frac{Rm}{R_1}$	H berechnet	x berechnet
500	744	626			1,5	1,25		
600	900	762	+ 0,006	+ 0,026	1,5	1,28		1,25
800	1200	997	+ 0,014		1,5	1,22		
744	1244	1000			1,67	1,32		
900	1500	1229	+ 0,014	+ 0,043	1,66	1,37	— 0,009	1,33
1200	2000	1617			1,66	1,35		
250	500	370			2	1,48		
300	600	443	— 0,018	+ 0,042	2	1,48		1,49
400	800	585			2	1,46		

Tabelle XXI.

Beobachter K. Unregelmäßige Abstufung.

R_1	R_2	Rm	Fa	Fg	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{Rm}{R_1}$	H berechnet	x berechnet
800	1200	1031	+ 0,031	+ 0,052	1,5	1,29		1,27
744	1244	1015	+ 0,021	+ 0,055	1,67	1,36	— 0,058	1,35
400	800	601	+ 0,002	+ 0,065	2	1,5		1,79
500	1500	1016	+ 0,016	+ 0,150	3	2,03		2,06

Das E stellt die Empfindung, die R_1 entspricht, dar, Ex entspricht Rm und Ep entspricht R_2. Diese Tabellen stimmen mit den Heymans'schen Tabellen sehr gut überein, sie zeigen einen regelmäßigen Zuwachs des x mit dem Zuwachs des p. Die aus diesen Tabellen gewonnenen Curven sind ebenso gleichförmig, wie diejenigen, welche sich aus den Heymans'schen Tabellen ergeben. Anstatt dass aber die Hemmungstheorie dadurch bestätigt wird, folgt vielmehr daraus, dass durch diese Theorie keine Erklärung der mittelst der Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Resultate gegeben ist. Es ist offenbar, dass von einem negativen Hemmungscoefficienten im Heymans'schen Sinne keine Rede sein kann, seine Formel aber, wodurch H und x berechnet werden, gilt ebensogut

für einen negativen wie für einen positiven Hemmungscoefficienten, sie dient also, wie gesagt, nur zum Beweis dafür, dass der Zuwachs des *Rm* wächst mit der Zunahme des *p*. Nun sind in den Tabellen für K. die Hemmungscoefficienten negativ. Auch bei W. kommen Fälle vor, wo *Rm* schon etwas größer als das A. M. ist. Auch in den Tabellen von Merkel finde ich einige Fälle, die einen negativen Coefficienten ergeben. Insbesondere weise ich auf Tabelle XXII[1]) hin, wo von zwölf Reihen zehn aus Resultaten sich zusammensetzen, in denen *Rm* größer als das arithmetische Mittel ist, und in den übrigen zwei ist *Rm* fast genau dem A. M. gleich. Auffallender Weise bleibt diese Tabelle vollständig unberücksichtigt in der Heymans'schen Bearbeitung der Merkel'schen Resultate, während von den sonstigen Tabellen der Merkel'schen Arbeit keine vollständig ignorirt worden ist. Die Resultate Merkel's sind also durch die Hemmungstheorie nicht zu erklären. Die Resultate von Angell näher betrachtet, stimmen auch nicht mit der Hemmungstheorie überein. Sie sind, kann man sagen, denjenigen von Merkel für kleine Werthe von *p* völlig entgegengesetzt. Das *Rm* bei Merkel ist für kleine Werthe von *p* größer als das A. M., das *Rm* bei Angell aber entspricht für kleine Werthe von *p* annähernd dem geometrischen Mittel. Nach dem Hemmungsgesetz sollten die relativen Abweichungen von dem A. M. proportional der Größe von *p* wachsen. Das ist aber auch nicht annähernd der Fall. Ich schalte hier eine Tabelle von

Tabelle XXII[2]).

$R_1 : R_2$	G. M.	A. M.	Rm	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{Rm}{R_1}$	Fg	Fa
20 : 60	34,6	40	35	3	1,75	+ 0,012	— 0,125
10 : 40	20	25	19,62	4	1,96	— 0,019	— 0,021
15 : 60	30	37,5	28,60	4	1,91	— 0,047	— 0,237
20 : 80	40	50	41,61	4	2,08	+ 0,04	— 0,168
20 : 100	44,7	60	43,77	5	2,19	— 0,021	— 0,271
							— 0,164

[1]) Phil. Stud., Bd. V, S. 523.
[2]) Phil. Stud., Bd. VIII. S. 465.

Angell ein, welche die von dem Beobachter Ke gewonnenen Resultate darstellt. Da dieser Beobachter von Angell als ein sehr gut eingeübter und zuverlässiger gerühmt wird, so kann diese Tabelle als ein gutes Beispiel dienen.

Das p-Verhältniss ist hier sehr klein, es beträgt durchschnittlich nur 4,25, also sollte die relative Abweichung von dem A. M. sehr klein sein. In der That aber ist sie viel größer, als diejenigen bei größeren Werthen von p. Für diesen Werth von p beträgt die durchschnittliche relative Abweichung von dem A. M. 0,164. In einer beliebigen Tabelle von Merkel, z. B. Tabelle XVIII[1]), wo p durchschnittlich gleich 11,5 ist, beträgt die durchschnittliche relative Abweichung von dem A. M. 0,043. Und in zwei beliebigen Tabellen von Ament, z. B. XI und XII[2]), bei Heymans Tabellen XXII und XXIII[3]), wo p durchschnittlich 19,4 beträgt, ist die Abweichung 0,25. Also wachsen die Abweichungen von dem A. M. überhaupt nicht proportional der Größe des p-Verhältnisses.

Ferner gilt das Hemmungsgesetz nur, wenn der Hemmungscoefficient constant bleibt, in den Angell'schen Tabellen aber, bei Heymans XXVII—XXXI zeigt der Hemmungscoefficient eine sehr bedeutende Schwankung, obwohl die Versuche demselben Sinnesgebiet angehören und die Versuchsanordnung durchaus dieselbe bleibt. In diesen Tabellen schwankt der Hemmungscoefficient zwischen 0,01 und 0,33, also kann Heymans aus den Angell'schen Versuchen keine Bestätigung der Hemmungstheorie ableiten.

In Figur 16[4]) wird von Heymans nachgewiesen, dass der Unterschied zwischen A. M. und G. M. sehr klein ist, wenn das Verhältniss zwischen R_2 und R_1 sehr klein ist, wie in den Angell'schen Versuchen, d. h. Heymans meint, die A. M. und G. M. in den Angell'schen Versuchen liegen so dicht aneinander, dass, selbst wenn das Rm dem geometrischen Mittel entspricht, immerhin keine bedeutende Abweichung von dem Hemmungsgesetz nachgewiesen werden kann. Das wäre richtig, wenn von absoluten Werthen die Rede wäre, aber offenbar handelt es sich hier nicht um absolute, sondern um relative

[1]) Phil. Stud., Bd. V. S. 520.
[2]) Phil. Stud., Bd. XVI. S. 177.
[3]) Zeitschr. f. Psychol., Bd. XXVI. S. 367 ff.
[4]) a. a. O. S. 377 ff.

Werthe. Also bleibt ein Widerspruch zwischen den Angell'schen Resultaten und dem Hemmungsgesetz vollkommen bestehen.

Es liegt noch eine Schwierigkeit für die Hemmungstheorie in den nach der Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Resultaten vor, die bei den mehrmals erwähnten Versuchen von Merkel sowie bei meinen eigenen hervortritt. Wie eben gezeigt wurde, sind die Abweichungen des *Rm* von dem A. M. nicht constant, wie von dem Hemmungsgesetz gefordert wird. Sie zeigen überhaupt keine Gesetzmäßigkeit, aus der man die Wahrscheinlichkeit erschließen könnte, dass sie in irgend einem Verhältniss der Abhängigkeit von dem *p* stehen. Anderseits aber ist eine Abhängigkeit des *Fg* von der Größe des *p*-Verhältnisses sehr deutlich zu erkennen, so beträgt z. B. bei Merkel in Tabelle XXII[1]), wo *p* gleich 1,75 ist, die durchschnittliche relative Abweichung von dem G. M. 0,051. In Tabelle XXIV, wo *p* gleich 4 ist, beträgt das *Fg* 0,245 und in Tabelle XVIII, wo *p* gleich 10 ist, beträgt es 0,771. Wenn hier die Größe der Abweichung von dem geometrischen Mittel bei den kleinsten Werthen von *p* nicht derjenigen bei den größeren Werthen von *p* proportional ist, so ist das dadurch zu erklären, dass die kleinsten Werthe von *p* bei den Merkel'schen Versuchen nur zweimal soviel als der Schwellenwerth betrugen; und für einen so kleinen Werth von *p* sind die durch die Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Resultate bekanntlich nicht sehr zuverlässig. Bei Ament ist es auch sehr deutlich zu bemerken, wie die Abweichung von dem G. M. wächst mit der Zunahme des Verhältnisses zwischen R_1 und R_2[2]). Unsere eigenen Resultate zeigen auch sehr deutlich die Abhängigkeit zwischen der Größe des *p*-Verhältnisses und der Zunahme der relativen Abweichung von dem G. M. Dieses Phänomen ist durch das Hemmungsgesetz nicht zu erklären.

Endlich scheint bei Zeiten die Hemmungstheorie ihren Sinn vollständig zu verlieren. Was kann es hier bedeuten, zu sagen: eine Zeit wird durch die andere, oder ein Zeitunterschied durch die Zeiten, zwischen denen er besteht, gehemmt? Gerade diese Versuche lehren, dass die psychische Hemmung kein allgemeiner Begriff ist, unter

[1]) Phil. Stud., Bd. V. S. 523.
[2]) Phil. Stud., Bd. XVI. S. 177 ff.

den sich alle Thatsachen subsumiren lassen. Fasst man dagegen das Weber'sche Gesetz als Apperceptionsgesetz, als Urtheilsgesetz oder als einen speciellen Fall des allgemeinen Relativitätsgesetzes, so hat es in jeder von diesen Bedeutungen eine allgemeine Anwendbarkeit, nicht nur für Intensitäten, sondern auch für Zeiten und Raumgrößen.

Da nun, wie oben nachgewiesen wird, die Abweichungen der durch die Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Resultate von denjenigen der Methode der ebenmerklichen Unterschiede durch das Heymans'sche Gesetz der psychischen Hemmung nicht zu erklären sind, so bleibt das Problem noch zu lösen. Durch die Ergebnisse unserer Versuche findet die Annahme von Külpe, dass »die ebenmerklichen Unterschiede mit der Intensität der sie begrenzenden Empfindungen wachsen«, eine weitere Stütze[1]). Es zeigen unsere Resultate, wie diejenigen von Ament, und im Großen und Ganzen auch diejenigen von Merkel, einen Zuwachs der Abweichung von dem geometrischen Mittel mit der Zunahme des Verhältnisses $R_2 : R_1$. Wenn dieser Zuwachs der Abweichung auch nicht regelmäßig genug ist, um sich mathematisch exact formuliren zu lassen, so zeigte er doch eine bestimmte Beziehung zu dem geometrischen Mittel, während er dem arithmetischen Mittel gegenüber vollständig regellos verläuft. Das lässt sich durch die Külpe'sche Annahme erklären, nach welcher die Abweichung eine Function von dem geometrischen Mittel sein muss. Die schon erwähnte Abhängigkeit der Größe des x von der Größe des p in Tabelle XV—XX stimmt mit dieser Theorie überein. Da es sich nach Heymans um eine Abweichung von A. M. handelt, die mit p wächst, nach Külpe's Auffassung dagegen um eine Abweichung vom G. M., die mit p zunimmt, so lassen sich die Ergebnisse aller Versuche zwar mit der letzteren, nicht aber mit der Hemmungstheorie in Einklang bringen. Der ebenmerkliche Zeitunterschied ist hiernach ebenso wenig, wie der ebenmerkliche Intensitätsunterschied, eine constante Größe, sondern wächst mit der Größe der absoluten Zeiten, zwischen denen er besteht. Dabei zeigt sich ein Unterschied zwischen dem Verhalten bei Intensitäten und bei Zeiten insofern,

[1]) Congrès de Psychologie. Paris 1901. S. 160 ff.

als dort der Einfluss der Lage eine Rolle spielt, der hier nicht hervortritt.

Im allgemeinen ist bei Zeiten eine Tendenz erkennbar, absolut gleiche Unterschiede für gleich groß zu halten, d. h. das arithmet. Mittel zwischen den Grenzreizen als *Rm* zu schätzen. Diese Tendenz tritt bei den späteren Versuchsreihen, wo die Uebung größer war, in der Regel stärker hervor, als in den ursprünglichen Reihen. Mit ihr hängt es wohl auch zusammen, dass die absolute Größe der Zeiten, oder das was Ament Lage genannt hat, hier keinen merklichen Einfluss ausübt.

IV. Ueber das Zustandekommen des Zeiturtheils und theoretische Schlussbemerkungen.

Ueber die Schumann'sche Theorie, wonach die Schätzung der Zeitintervalle durch die Erwartungsspannung und Ueberraschung vermittelt ist, habe ich schon meine Meinung an anderer Stelle[1]) geäußert. Schumann sagt: »Ich habe nun die Ansicht ausgesprochen und zu beweisen gesucht, dass diese Nebeneindrücke der Erwartungsspannung und Ueberraschung die Schätzung der Intervalle vermitteln, und zwar in der Weise, dass ein Intervall, vor dessen Endsignal eine lebhaftere Erwartungsspannung auftritt, länger erscheint als ein Intervall, bei welchem sich nur eine schwächere Erwartungsspannung geltend macht, und dass jedes durch Erwartungsspannung ausgefüllte Intervall für länger gehalten wird, als ein Intervall, dessen Endsignal unerwartet kommt«[2]). In der früheren Abhandlung haben wir schon die Ansicht vertreten, dass die Schumann'sche Erklärung mehrere Begleitphänomene unerklärt lässt. Die erwähnten von Schumann hervorgehobenen Factoren und die Einstellung der Aufmerksamkeit spielen gewiss eine Rolle bei dem Zeiturtheil, sie sind aber nicht die allgemein gültigen Bedingungen des Urtheils, sondern nur zufällige, das Urtheil beeinflussende Factoren. Die Ergebnisse der ersten zwei Versuchsreihen meiner früheren Arbeit, niedergelegt in den Tabellen VII, VIII und IX[3]), bleiben z. B. durch die

[1]) Univ. of Toronto Studies, Psychol. Series, Bd. I. S. 105 ff.
[2]) Zeitschr. f. Psych., Bd. XVIII, S. 2.
[3]) a. a. O. S. 147 ff.

Erwartung und Ueberraschung unerklärt. In diesen Gruppen, wo die Versuchspersonen drei Zeiten reproducirten, zwei von gleicher Länge und die dritte zweimal so lang, musste man nach Schumann erwarten, dass, falls die zwei kürzeren Zeiten zuerst kamen, die dritte wegen der Spannung relativ länger als die unmittelbar vorangehende Zeit werde beurtheilt werden. Das ist aber weder bei Beobachter K. noch W. der Fall, sondern gerade das Gegentheil ist beidemale zu constatiren. Und bei Beobachter K., wo die längere Zeit zuerst in der Reihe steht, sollte die zweite der Ueberraschung wegen relativ kürzer beurtheilt werden. Thatsächlich aber ist das Gegentheil auch hier hervorgetreten.

Ein Phänomen, das sehr ausgeprägt in den Resultaten der Versuche, welche mittelst der Methode der mittleren Abstufungen ausgeführt wurden, hervortritt, ist dies, dass bei einem von den vier Beobachtern das *Rm*, falls die längere Zeit zuerst geboten wurde, fast ausnahmslos größer geschätzt wurde, als im umgekehrten Fall, und dass bei den übrigen Beobachtern gerade das Gegentheil sich zeigte. Wenn dieses Phänomen durch Erwartung und Ueberraschung erklärt werden sollte, so müsste man annehmen, dass, was für die drei Beobachter Erwartung erzeugt, bei dem vierten Ueberraschung hervorruft. Dagegen schienen diese verschiedenen Phänomene auf ein umfassendes Princip hin zu deuten, ein Princip, wobei Aufmerksamkeitseinstellung, Ueberraschung, Erwartung u. s. w. nur Theilerscheinungen sind, die das Urtheil beeinflussen können, die an sich aber dasselbe nicht zu stande bringen.

Wir stimmen vielmehr mit der allgemeinen Grundlage der Meumann'schen Abhandlungen überein, wonach die Zeitschätzung sich in verschiedener Weise gestaltet, je nachdem es sich um kleine, mittlere oder größere Zeiten handelt. Dies ist von Meumann festgestellt worden und stimmt auch mit den Resultaten unserer früheren Versuche, sowie mit den in diesem Aufsatze mitgetheilten Ergebnissen überein. Meumann hat nämlich in seinen vielen Versuchen verschiedener Art über die Wirkung der verschiedenen Zeitinhalte deutlich gezeigt, »dass alle unsere Bewusstseinsinhalte und ihre Veränderungen uns die Modificationen ihrer Zeitverhältnisse durch ihre qualitativen und intensiven Veränderungen unmittelbar zum Bewusst-

sein bringen können« [1]). Ob er aber berechtigt ist, den darauf gegründeten Schluss zu ziehen, bezweifeln wir. Er behauptet nämlich auf Grund seiner Ergebnisse, dass die allgemeine Frage eines psychischen Zeitmaßes erledigt ist. Wir erwarten mit viel Interesse die von ihm versprochene theoretische Verwerthung seiner umfangreichen Versuchsresultate, da der oben erwähnte Satz nur eine einzelne Bemerkung ist, welche noch weiterer Erklärung und Begründung bedarf.

Nach unseren oben mitgetheilten Versuchsergebnissen können wir über das Zustandekommen der Schätzung gegenüber kleinsten und mittleren Zeiten sprechen; zu Angaben über die Schätzung größter Zeiten reichen diese Experimente nicht aus, da zwei Secunden die größte Zeit ist, die hier in Betracht gekommen ist. Das Zustandekommen des Urtheils beruht nicht immer auf denselben Bedingungen bei gleicher Zeit und Reizbegrenzung, sondern es wird durch Uebung modificirt. Am Anfange der Versuche mit reizbegrenzten Zeiten bezieht sich das Urtheil des Beobachters K. auf die Succession der Schläge, d. h. es wurde nach der Beschleunigung oder Verzögerung der Schläge, also ihrer Successionsgeschwindigkeit geurtheilt. In diesen ersten Reihen findet eigentlich keine Vergleichung der Zeiten zwischen den Hammerschlägen statt, sondern nur zunehmende oder abnehmende Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der Hammerschläge wird beurtheilt. In späteren Reihen mit objectiv gleichen Bedingungen, nachdem der Beobachter K. weitere Uebung erlangt hatte, übte der Rhythmus einen Einfluss auf die Beurtheilung aus, und noch später wurden dieselben Zeiten beurtheilt nach der Differenz des Unterschieds zwischen der zweiten und ersten, und desjenigen zwischen der dritten und zweiten Zeit. Später kommt diese Differenz immer ausschließlicher in Betracht als Gegenstand des Urtheils, und der Eindruck der Succession der Schläge tritt immer weiter zurück. Der Rhythmus übt nur noch zuweilen, und zwar gelegentlich sehr ausgeprägt, einen Einfluss auf die Zeitschätzung aus. Bei W. sind die Versuche mit schlagbegrenzten Zeiten nicht so zahlreich wie bei K., und bei ihm ruht das Urtheil hauptsächlich auf einer Vergleichung der mittleren Zeit mit der ersten und der letzten, wobei darauf geachtet wurde, ob sie näher gleich der ersten oder der letzten Zeit sei.

[1]) Phil. Stud., Bd. VIII, S. 452.

Bei Tonzeiten kommt der Einfluss einer Beschleunigung oder Verzögerung in der Succession der Reize auf das Zustandekommen des Zeiturtheils natürlich nicht in Betracht. Im Anfang gründete sich das Urtheil des Beobachters K. hauptsächlich auf die Vergleichung von Zeit eins und zwei, sowie von Zeit zwei und drei, und nicht direct auf eine Vergleichung der beiden Unterschiede. Dieses Verfahren wurde auch von W. anfangs eingeschlagen. Das Urtheil bei ihm unterscheidet sich zu Anfang nicht viel von demjenigen über die schlagbegrenzten Zeiten, es findet eine Vergleichung der zweiten mit der ersten und der dritten Zeit statt, und das Urtheil gründet sich darauf, welcher der beiden anderen Zeiten die zweite näher gleich erschien. Analog dem Urtheil auf Grund des Eindrucks von Beschleunigung und Verzögerung in den Versuchen mit schlagbegrenzten Zeiten gründet sich ein bei Tonzeiten auftretendes Urtheil auf die Beachtung einer Proportionalität der Verlängerung bezw. der Verkürzung, welche die zweite gegenüber der ersten und die dritte gegenüber der zweiten Zeit zu erfahren scheint, falls die Zeiten in aufsteigender bezw. absteigender Reihe geordnet dargeboten werden. Dies ist bei den beiden Beobachtern K. und W. hervorgetreten, bei K. tritt auch einige Male Rhythmus ein, aber nicht sehr ausgeprägt, und bei W. ist Rhythmus in dieser Gruppe kaum hervorgetreten. Nachdem die Beobachter in der Vergleichung von Tonzeiten besser eingeübt waren, wurde das Urtheil immer mehr auf die directe Vergleichung der Unterschiede gegründet. Bei den Versuchen mit unregelmäßiger Variation des mittleren Reizes ist diese Urtheilsweise durchaus die herrschende gewesen.

Noch ein Phänomen, welches beim Zustandekommen des Zeiturtheils von W. sehr ausgeprägt hervortrat, ist der Einfluss, welcher auf die Schätzung des Mittels ausgeübt wird, je nachdem in einer Versuchsreihe von einem Verhältniss annähernder Gleichheit zwischen der mittleren und der kürzeren Zeit fortgeschritten wird zu einem Verhältniss, in welchem die mittlere Zeit deutlich größer als das objective Mittel zwischen der kürzeren und längeren Zeit wurde, oder ob der Ausgangspunkt umgekehrt ein Verhältniss der drei Zeiten ist, in welchem die mittlere der längeren Zeit näher steht, indem im ersten Fall das objective Mittel unterschätzt, im letzteren überschätzt wird. Dies ist auch von K. bemerkt worden, jedoch in

weniger ausgeprägter Form als von W. Bei der Vergleichung von zwei Zeiten tritt bei K. ein Einfluss des Rhythmus innerhalb einer Versuchsreihe auf die Urtheilsbildung noch stärker hervor, als bei der Vergleichung von drei Zeiten. So gibt z. B. in einer Versuchsreihe, in welcher eine constante Zeit von 250^{σ} jedes Mal an erster Stelle geboten wurde, Beobachter K. Folgendes zu Protokoll: »Niemals vorher ist die Rhythmisirung so stark gewesen; sie übt einen großen Einfluss auf das Urtheil aus. Beobachter suchte die zeitliche Beurtheilung vom Rhythmus unabhängig zu machen, es ist ihm aber nicht immer gelungen, am unsichersten war das Urtheil gleich, das hängt, wie es scheint, mit dem Rhythmus zusammen, weil er in der Gegend der gleichen Fälle umschlägt«. Bei Vergleichung von zwei Zeiten ist auch von W. Rhythmus bemerkt worden, aber nur schwach. Einige Male ist in den Versuchen mit kleinsten Zeiten auch ein qualitativer Unterschied der zeiterfüllenden Töne hervorgetreten, der längere Ton schien etwas voller zu klingen, als der kürzere. Dieses Phänomen ist auch von K. einmal bemerkt worden.

Ich theile endlich noch einige Bemerkungen von einem gelegentlichen Beobachter A. hier mit. Dieser musste im Anfang oftmals den Eindruck sich reproduciren, bevor er das Urtheil fällen konnte, dann aber, als er sich darin geübt hatte, seine Aufmerksamkeit richtig einzustellen, konnte er sofort urtheilen. Durch die Reproduction wurde das Urtheil jedes Mal schwankender, als wenn es direct gefällt werden konnte. Auch bei A. kommt ein Urtheil vor, das nicht direct auf die Vergleichung der Differenzen gegründet wurde, sondern, wie er sagt, auf die Nachwirkung des ersten und zweiten Tones bei Wahrnehmung des dritten. In A. ging auch der Wahrnehmung der Töne eine unwillkürliche organische Spannung mehrfach parallel, deren Aufhören mit dem Aufhören der Töne ihn in der Bildung des Zeiturtheils merklich unterstützte.

Um eine abschließende Theorie der Beziehungen zwischen dem Zustandekommen des Zeiturtheils und den obenerwähnten allgemeinen psychischen Phänomenen, nämlich Rhythmus, Erwartung und Ueberraschung, dem organischen Phänomen des Athmens und der zugehörigen Spannung und Lösung u. s. w. zu begründen, dazu reichen diese Versuche nicht aus. Das Zustandekommen aber des auf eine

directe Vergleichung der Zeitdifferenzen gegründeten Urtheils ist weder durch einzelne von diesen Erscheinungen, noch durch alle zusammen zu erklären. Ich gedenke diese Versuche fortzusetzen mit kleineren und größeren Zeiten, auch mit größeren Verhältnissen des $R_2 : R_1$ und daran ausführlichere theoretische Folgerungen zu knüpfen.

Zusammenfassung.

1. Sucht man mittelst der Methode der mittleren Abstufungen das Mittel zwischen zwei verschieden langen Tonzeiten, so entspricht das geschätzte Mittel in der Regel (bei einer constanten individuellen Abweichung) einem größeren objectiven Werth, falls die kleinere Zeit zuerst geboten wird.

2. Nach mehreren Wochen Uebung entstand bei allen Beobachtern eine Neigung, unter sonst gleichen Bedingungen eine größere objective Zeit als Mittel zu schätzen, als am Anfang.

3. Unsere mit der Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Resultate bestätigen das Weber'sche Gesetz nicht, sondern bei jedem Beobachter wächst die relative Abweichung von dem geometrischen Mittel mit der Größe des Verhältnisses $R_2 : R_1$. Die Beziehung der Abweichung des geschätzten Mittels von dem geometrischen Mittel zu der Größe des Verhältnisses $R_2 : R_1$ genau zu formuliren ist auf Grund unserer Resultate nicht möglich, vermuthlich aber entspricht sie einer einfachen Function. Die Resultate der Unterschiedsschwellenbestimmung nach der Methode der Minimaländerungen bestätigen das Weber'sche Gesetz zwischen Zeitdauern von 250^σ bis 1200^σ sehr genau. Dieses Verhältniss zwischen den Resultaten der zwei Methoden stimmt annähernd mit demjenigen der Versuche auf dem Gebiete der Vergleichung von Intensitäten von Merkel und Ament überein.

4. Die Unterschiedsschwelle für Tonzeiten innerhalb der ebenerwähnten Grenzen beträgt durchschnittlich für die zwei Beobachter ungefähr $4\frac{1}{2}\,\%$.

5. Das Hemmungsgesetz von Heymans genügt nicht, um die nach der Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Resultate zu erklären.

6. Die Resultate unterstützen die Vermuthung von Külpe, dass

die ebenmerklichen Unterschiede mit der Intensität der sie begrenzenden Empfindungen wachsen, und gestatten deren Erweiterung auf die Vergleichung von Zeiten. Der Unterschiedsschwelle entspricht somit auch bei Zeiten keine constante psychologische Größe.

7. Ein Analogon der Indifferenzzeit gibt es, wenigstens innerhalb der von uns untersuchten Grenzen, bei Tonzeiten nicht. Der Schätzungsfehler ist vielmehr durchweg positiv und nimmt mit der Größe der N.Z. ab. Damit hängt es wohl auch zusammen, dass das Weber'sche Gesetz hier keine untere Abweichung hat. Die relative Schätzungsdifferenz ist bei Zeiten von c. 800^{σ} bezw. 1200^{σ} ein Minimum.

8. Im Gebiet des Zeitsinns scheint eine Tendenz zu bestehen, absolut gleiche Unterschiede für gleich groß zu halten, da die geschätzten Mittelzeiten bei den späteren Reihen durchschnittlich ungefähr dem arithmet. Mittel aus den Grenzzeiten entsprechen und ein Einfluss der Lage der beurtheilten Zeitunterschiede nicht hervorgetreten ist.

Lebenslauf.

Ich, Frank Sidney Wrinch, protestantischer Religion, bin im Jahre 1868 am 17. Sept. zu Essex, England, geboren, als Sohn von Leonard Wrinch und Elizabeth Wrinch, geb. Cooper. Meine erste Erziehung erhielt ich im Albert Memorial College, Framlingham, England. In meinem 14. Jahre wanderte ich mit meinen Eltern nach Canada aus und besuchte dort das Hamilton Collegiate Institute bis zu meiner Immatriculation in der Universität von Toronto, wo ich hauptsächlich Philosophie und Psychologie studirte und zwar unter den Herren Professoren Dr. Hume und Dr. Kirschmann und den Docenten Dr. Tracy und Abbott. Im Jahre 1896 wurde ich zum Baccalaureus und 1897, auf Grund einer experimentellen Untersuchung, betitelt »Time Estimation and the Psychophysical Law«, zum Magister Artium befördert. Dann vollendete ich meine theologischen Studien und wurde Candidat des Predigtamts der Presbyterianischen Kirche. Im Jahre 1898—1900 fungirte ich als zweiter Assistent bei Herrn Prof. Dr. Kirschmann in dem psychologischen Institut der Universität Toronto und erhielt 1901 die George Faxton Young Memorial Fellowship in Philosophie. Vom Sommersemester 1900 bis zum Winter 1901 war ich an der Universität Würzburg immatriculirt und studirte Philosophie und Aesthetik bei den Herren Prof. Dr. Külpe und Dr. Marbe, Pädagogik bei Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Grasberger und Physik bei Herrn Prof. Dr. Wien. Im psychologischen Institut der Universität Würzburg unternahm ich eine von Herrn Prof. Dr. Külpe vorgeschlagene und mit seiner und Herrn Dr. Marbe's freundlicher Unterstützung ausgeführte Untersuchung, deren Resultate in der vorliegenden Dissertation niedergelegt sind. Im Wintersemester 1901 besuchte ich die Universität Leipzig. Dort betheiligte ich mich im psychologischen Seminar an verschiedenen experimentellen Arbeiten und hörte bei den Herren Geh. Rath Prof. Dr. Wundt, Prof. Dr. Schiller, Prof. Dr. Barth und Privatdocent Dr. Wirth Vorlesungen und Uebungen.

An dieser Stelle möchte ich allen meinen obengenannten Lehrern meinen tiefgefühlten Dank aussprechen, insbesondere aber den Herren Professoren Dr. Kirschmann und Dr. Külpe.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.